

TARTU ÜLIKOOL
Spordipedagoogika ja treeninguõpetuse instituut

Elar Jaakson

**Madala intensiivsusega mittespetsiifilise ja spetsiifilise
jõuvastupidavustreeningu mõju sõudja sooritusvõimele
submaksimaalsel koormusel**

Magistritöö

Kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Juhendaja: Jarek Mäestu, PhD

Tartu 2012

SISUKORD

1. SISSEJUHATUS	3
2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	5
2.1 Akadeemilise sõudmise füsioloogiline iseloomustus	5
2.2 Jõud ja jõuvõimed akadeemilises sõudmises.....	12
2.3 Treeningute ülesehitus akadeemilises sõudmises	14
3. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED.....	19
4. TÖÖ METOODIKA.....	20
4.1 Vaatlusalused	20
4.2 Uuringu ülesehitus	20
4.3 Kasvavate koormustega test sõudeergomeetril.....	23
4.4 Submaksimaalse intensiivsusega testid	24
4.5 Statistiline analüüs	25
5. TÖÖ TULEMUSED	26
6. TÖÖ ARUTELU.....	29
7. JÄRELDUSED	34
8. KASUTATUD KIRJANDUS.....	35
9. SUMMARY.....	41

1. SISSEJUHATUS

Akadeemiline sõudmine on suhteliselt intensiivne jõuvastupidavusala, mis on seotud kestva lihastööga. 2000 meetri võistlusdistsantsi läbimisele kulutavad sõudjad tavaliselt 5-7 minutit. Distsantsi läbimise aeg sõltub olulisel määral nii paadiklassist kui ka ilmastikuoludest. Stardihetkel ja sellele järgnevatel tõmmetel on mõõdetud maksimaalseks jõuks aerulabale 1200 W, seevatu distantsil sooritavad sõudjad tõmbeid keskmiselt 450 – 550 W võimsusega (Steinacker, 1993). Oma olemuselt on sõudmine suhteliselt unikaalne spordiala, sest treenitud sõudjad kasutavad liikumisel suuremat lihasjõudu kui teised vastupidavusalade sportlased. Samas on lihaskontraktsioon sõudmisel võrdlemisi aeglane, ulatudes 38-42 kontraktsioonini minutis (Steinacker, 1993). Võistluse jooksul kasutatakse ATP resünteesisiks keskmiselt 70% ulatuses aeroobseid ja 30% ulatuses anaeroobseid energiatootmismehhanisme. Sealjuures on anaeroobsed energiatootmismehhanismid keskeltläbi 10% ulatuses alaktaatsed ja 20% ulatuses laktaatsed (Hagerman jt., 1983). Seega sõltub sõudja võistlustulemus aeroobsest vastupidavusest, kuna anaeroobse laktaatse energia tagavara ammendumiseks maksimaalsel koormamisel piisab ainult 1,5 kuni 2 minutist (Mäestu jt., 2005; Steinacker, 1993). Sõudmise kui protsessi ajal omab töötavates lihastes suurt rolli aeglase ja kiirete lihaste vahekord. Tiptasemel sõudjatel on leitud umbes 70-80 protsenti aeglaseid lihaskiude reie nelipealihases ja nende tähtsus 2000 meetri võistlusdistsantsi kõrgel tasemel läbimiseks on 85 – 90 protsenti (Körner, 1993). Sõudmine on unikaalne spordiala selle poolest, et mitte ükski teine spordiala ei nõua samaaegselt nii head aeroobset võimekust ja kõrgele arendatud jõuvõimeid (Hartmann, 2005). Kõrge korrelatiivne seos lihasmassi ja 2000 meetri ühepaadi võistlustulemuse vahel on tuvastatud ka uuringutes (Cosgrove jt., 1999; Jürimäe jt., 2000).

Füsioloogilisest aspektist vaadates on vastupidavuse ja maksimaaljõu ning võimsuse treeningud olemuslikult vägagi erinevad. Vastupidavustreeningu ajal toimub lihastes tuhandeid kontraktsioone suhteliselt madala intensiivsusega, samas jõudu ja võimsust treenides toimuvad vähesed kontraktsioonid maksimaalse või sellelähedase jõu tasemel (Bell jt., 1997). Madalal intensiivsusel tehtav jõuvastupidavustreening ja ka võimsustreening peaksid tagama selle, et treeninguefekt oleks suunatud põhiliselt

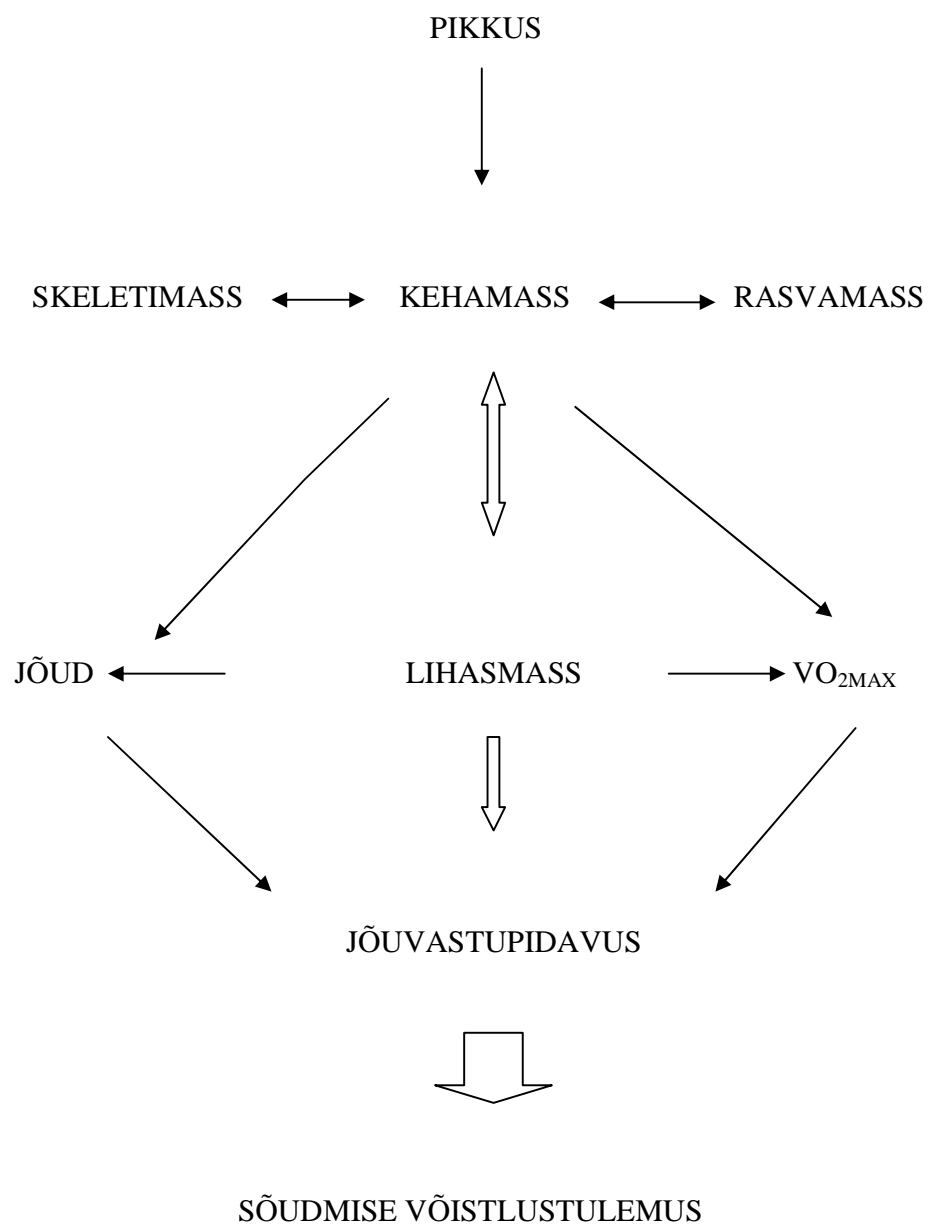
aeglastele, mitte kiiretele lihaskiududele (Steinacker jt., 1998). Suuremate treeningintensiivsuste kasutamine suurendab treeninguefekti aga kiiretele lihaskiududele, mis kontrahheerudes kasutavad rohkem anaeroobseid energiatootmise mehhanisme ning produtseerivad seetõttu rohkem laktaati, mis viib kiirema väsimuse tekkeni ning töövõime languseni. Seega peaks ka sõudja erialane treening olema suunatud eelkõige aeglaste lihaskiudude jõuvõimete treenimisele. Vastupidise toimega on aga klassikaliste jõuvastupidavustreeningute mõju, kasutades kordusi 15-20, mis on pigem suunatud kiiretele lihaskiududele (Bell jt., 1993). Steinacker jt (1998) leidsid, et võimsustreening madalate raskustega kutsus esile laktaadi kontsentratsiooni veres $5,00 \pm 1,17$ mmol/L ja võimsustreening kõrgete raskustega $6,35 \pm 1,71$ mmol/L. Hagerman jt (1992) leidsid, et "traditsiooniline" (8-10 kordust) jõutreening kombineerituna ergomeetritreeninguga muutis küll lihaskiudude kompositsiooni IIB tüübilt IIA tüübile, kuid see ei toonud kaasa muutusi 2000 meetri pikkuse distantsti läbimise töövõimes sõudeergomeetril. Samuti jäi muutumatuks aeglaste lihaskiudude hulk reie nelipealihases. Lisaks on uuringud näidanud, et jõuvõimete (maksimaaljõud ja võimsus) arendamine jõusaalis ei taga veel spordialaspetsiifilise töövõime kasvu, vaatamata kõrgele jõunäitajatele või muutunud lihase kompositsioonile (Bell jt., 1993).

Hetkel puuduvad kirjanduses andmed kuival maal, madala intensiivsusega mittespetsiifilise ja spetsiifilise (40-60 kordust) jõuvastupidavuse arendamise pikemaajalisest mõjust organismile. Võib eeldada, et sooritades jõusaalis suuremahulist madala intensiivsusega tööd, on võimalik vältida treeningu efekti kandumist kiiretele lihaskiududele. Samas olemasolevale kirjandusele toetudes ei ole võimalik öelda, kas selline madal intensiivsus üldse treenivat efekti omab. Magistritöö eesmärk on uurida, milline on mittespetsiifilise jõuvastupidavustreeningu mõju sõudja submaksimaalsele töövõimele.

2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

2.1 Akadeemilise sõudmise füsioloogiline iseloomustus

Akadeemiline sõudmine on tsükliline spordiala, kus jalad, käed ja kere töötavad sünkroniseeritult. Sõudja istub paadis, selg sõidusuunas ja surub jalgadega jalatoele ja piltlikult öeldes, tõukab paati endast eemale. Lihtsustatult öeldes tuleb sõudjal jalgade jõud kanda võimalikult efektiivselt üle aerudele, mis paati edasi viivad (Barrett ja Manning, 2004). Sõudja rahvuvaheline edu on seotud jõuga, mida rakendatakse aeru taha, keskendumisvõimest tõmbe ajal ning aeru sujuvast liikumisest tõmbetsükli jooksul. (Deming jt., 1992, Smith ja Spinks, 1995). Klassikalise 2000-meetrise võistlusdistsantsi läbimisel tuleb sõudjatel sooritada üle 200 tõmbe ning maksimaalne võimsus ühes tõmbes võib ületada 1200 W (Steinacker, 1993). Seega on füsioloogilisest ja biomehaanilisest aspektist lähtudes kehalistelt parameetritelt pikal ja suuremal sõudjal paremad eeldused paati kiiresti edasi liigutada kui seda on väiksemal sõudjal (Steinacker jt., 1983). Uuringutes on tuvastatud, et aastate jooksul on suurenenud rahvusvahelistel regattidel osalenud sõudjate keha pikkus ja keha mass (Bourgois jt., 2000; Carter, 1982) ning, et keha massi suurenemine on toimunud põhiliselt lihasmassi suurenemise arvelt. On leitud, et sõudjate keha rasvaprotsent on suurem võrreldes teiste vastupidavusalade sportlastega (Jürimäe jt., 2000; Mäestu jt., 2000; Russell jt., 1998). Selle üheks põhjuseks on kehakaalu toetus ja tõmbesse rakendamine paadis. Kuna sõudmises osaleb 70% kõigist skeletilihastest, siis oleks hea, kui sõudja kogu keha massist moodustaks võimalikult suure osa lihasmass (joonis 1).



Joonis 1. Keha suuruse ja võistlustulemuse vaheline seos sõudjatel (Jürimäe jt., 2006 järgi).

Klassikalise 2000 meetri pikkuse sõudedistantsi edukas läbimine esitab sõudjale väga kõrgeid energeetilisi nõudmisi. Maksimaalselt on töösse rakendunud nii anaeroobne alaktaatne, laktaatne kui ka aeroobsed energiatootmismehhanismid (Di Prampero jt., 1971; Steinacker, 1993). Erinevate uuringute tulemuste põhjal võib väita, et aeroobne energiatootmismehhanism on üks peamisi ja olulisemaid energiaallikaid sõudjatele (Tabel 1). Anaeroobsed energiatootmismehhanismid jagunevad: 1) kreatiinfosfokinaasne ja 2) glükolüütiline fosforüülimine. Kreatiinfosfokinaasne mehhanism kindlustab ATP väga kiire taastootmise kreatiinfosfaadi varude abil. Energeetiline mahtuvus on väike ja seda jätkub ainult 6 kuni 10 sekundiks. Glükolüütilise mehhanismi aluseks on ATP taastootmine glükogeeni ja glükoosi anaeroobse lagundamise teel, millega kaasneb laktaadi tekkimine lihastes, kust see difundeerub verre ning põhjustab vere Ph taseme languse ning töövõime alanemise (Hartmann ja Mader, 2005). Anaeroobne võimsus on sõudjatele oluline 2000 meetri distantsil stardist väljumisel ning finišispurti sooritades (Secher jt., 1982). Võistluse, mis kestab 6 kuni 7 minutit, ajal toodab hästi treenitud sõudja liikumisaparaat aeroobseid energiatootmismehhanisme kasutades 80-85 protsenti energiat, anaeroobne laktaatne süsteem 11-15 protsenti ja anaeroobne alaktaatne süsteem umbes 5-9 protsenti energiat. Uuringutes on leitud, et nii anaeroobne alaktaatne töövõime, kui ka anaeroobne laktaatne töövõime on usutavalt seotud 2000 meetri võistlustulemusega sõudmises (Jürimäe jt., 1999; Jürimäe jt., 2000; Russell jt., 1998). Samuti leidsid Bell jt (2000), et erinevad jõunäitajad olid usutavalt seotud 2000 meetri ergomeetri võistlustulemusega meestel, aga mitte naistel. Autorid seletasid seda sellega, et meestel olid naistega võrreldes kõrgemad jõunäitajad suhtes kehakaaluga (Bell jt., 2000). See näitab, et ka treeningutel tuleb nende võimekuste arengule tähelepanu pöörata. Siiski tuleb silmas pidada, et anaeroobset töövõimet ei tohi arendada üle kriitilise piiri (Steinacker, 1993), vaid proportsionaalselt õiges vahekorras aeroobsete energiatootmismehhanismidega.

Tabel 1. Erinevates uuringutes leitud aeroobsete ja anaeroobsete energiatootmismehhanismide osakaal 2000 meetri võistlusdistsantsi läbimisel.

Uuringud	Uuritavate arv	Aeroobse töö osakaal (%)	Anaeroobse töö osakaal (%)
Russell jt., (1998)	19	84	16
Hagerman jt., (1978)	310	70	30
Hartmann (1987)	17	82	18
Mickelson ja Hagerman (1982)	25	72	28
Roth jt., (1983)	10	67	33
Secher jt., (1982)	7	70 – 86	14 – 30
Messonnier jt., (1997)	13	86	14

Tabelis 1 esitatud andmed näitavad selgelt, et sõudja võistlustulemus 2000 meetri distantsil sõltub peamiselt aeroobsest vastupidavusest, kuna anaeroobsest energiast piisab efektiivseks kasutamiseks ainult 1,5- 2,0 minutiks (Steinacker 1993). Seega oleks oluline ka treeningutel arendada eelkõige aeglaste lihaskiudude jõunäitajaid. Aeroobsel treeningul suureneb aeglastes lihaskiududes mitokondrite arv ja paraneb kapillaaride tihedus, mis võimaldab organismil toota rohkem energiat hapniku juuresolekul (Hartmann ja Mader, 2005). Lihaskontraktsioon sõudmise käigus on aeglane, ulatudes maksimaalselt umbes 40-45 kontraktsioonini minutis. Akadeemilist sõudmist silmas pidades on oluline töötavates lihastes olevate aeglaste ja kiirete lihaste vahekord. On leitud, et edukamatel sõudjatel on aeglaste lihaskiudude protsent võrreldes vähemedukate sõudjatega kõrgem (Tabel 2).

Tabel 2. Erinevate lihaskiudude osakaal m. vastus lateralises kõrge ja keskmise tasemega meessõudjatel (Roth jt., 1983).

Lihaskiu tüüp	Kõrge tasemega sõudjad (n=24)	Keskmise tasemega sõudjad (n=28)
ST	76,2±5,8%	66,1±9,5%*
FT	23,8±5,8%	33,9±9,5%*
FTO	3,8±0,7%	11,8±3,0%*
FTG	20,0±5,7%	24,5±6,0%*

ST- aeglased kiud

FT- kiired lihaskiud

FTO- kiired oksüdatiiv- glükolüütilised lihaskiud

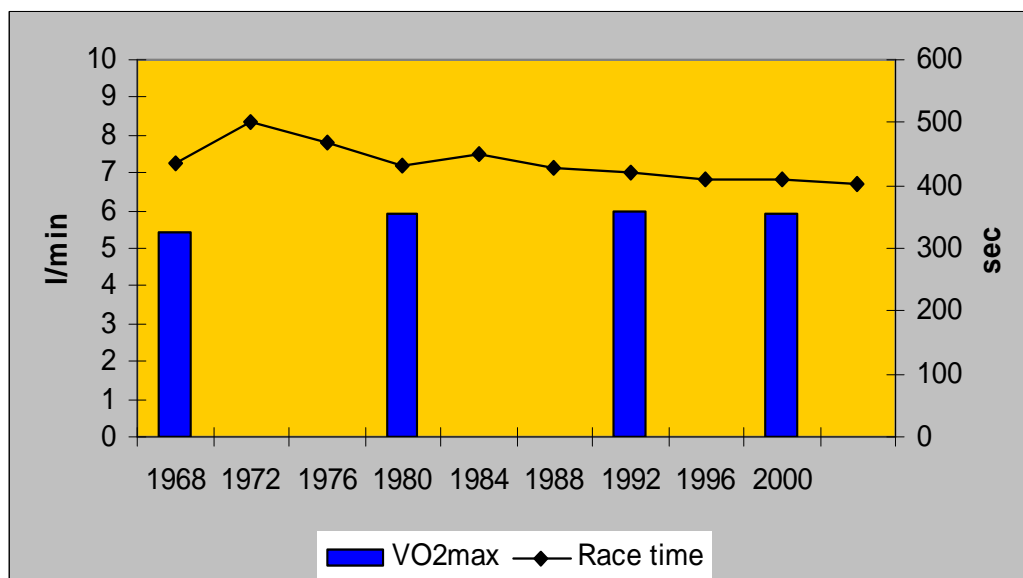
FTG – kiired glükolüütilised lihaskiud

* Statistiliselt usutavalt erinev kõrge tasemega sõudjatest; $p < 0,05$

Erinevates uuringutes on leitud, et maksimaalne hapniku tarbimise võime sõltub aeglase lihaskiudude hulgast ja anaeroobse läve tasemest (Mäestu jt., 2005; Shephard, 1998; Secher jt., 1983; Steinacker, 1993). Maailma tippsõudjatel on leitud keskmiseks maksimaalseks hapnikutarbimiseks 6.0 – 6.6 L/min (Secher, 1993). Samas maksimaalse hapniku tarbimise väärtused sõudjatel ei ole viimase 10-15 aasta jooksul oluliselt muutunud (Jürimäe jt., 2007). Suhteline hapnikutarbimine, väljendatuna kilogrammides kehakaalu suhtes, on sõudjatel madalam võrreldes teiste vastupidavusaladega tegelejatega, sest sõudjaid iseloomustab suhteliselt suur keha mass (Shephard, 1998). On huvitav märkida, et sõudjad, kelle kehamass ulatub 85-100 kilogrammini, saavutavad maksimaalse hapnikutarbimise keskmiseks väärtuseks 72 – 78 ml/min/kg, mis on ainult 10 ml/min/kg väiksem kui parimatel jooksjatel ja suusatajatel, kes on tavaliselt keskmiselt 15-25 kilogrammi kergemad (Secher jt., 1982; Steinacker, 1993; Hagerman, 2000). Erinevalt normaalkaalu sõudjatest on kergekaalu sõudjatel suhtelised hapnikutarbimise näitajad kõrgemad ja ulatuvad 75 ml/min/kg (Shephard, 1998). Võrdluseks võib tuua suusatajate hapnikutarbimise võime ühe kilogrammi kehamassi kohta, mis on üle 80 ml/min/kg (Rusko, 2003). Siiski tuleb silmas pidada, et absoluutse

ja suhtelise maksimaalse hapniku tarbimise näitajate määramine ei oma tippsõudjatel võistlustulemuse prognoosimisel väga suurt väärtust (Steinacker, 1998). Tippsõudjatel on olulisem võistlustulemuse määramisel keskmise hapnikutarbimise näit, mida sõudja suudab hoida võistlusdistsantsi jooksul (Hagerman, 2000; Jürimäe jt., 2007). Distsantsi kestel muutuvad maksimaalse hapnikutarbimise näidud vähe (Hartmann ja Mader, 2005), ulatudes umbes 95% maksimaalsest hapniku tarbimisest (Cosgrove jt., 1999). Keskmise hapnikutarbimise määramiseks distantsil jäetakse analüüsist välja esimese ja viimase minuti näidud, kuna neil ajaperioodidel on suur osakaal anaeroobsetel energiatootmismehhanismidel (Hagerman, 2000). Selliselt määratud keskmised hapniku tarbimise väärtused on tunduvalt olulisemad sõudja võistlustulemuse prognoosimisel võrreldes “klassikalise” maksimaalse hapnikutarbimise väärtusega.

Samuti kui vaadata viimaste aastakümnete tulemusi rahvusvahelistelt sõudevõistlustelt, siis on märgata, et paadi kiirused on suurenenud, samas kui maksimaalse hapnikutarbimise väärtused oluliselt muutunud ei ole (Joonis 2).



Joonis 2. Tippvõistlustel saavutatud keskmised hapnikutarbimise väärtused ja distantsi läbimiseks kulunud aeg ühepaatidel (Jürimäe jt., 2007).

Üheks väga informatiivseks parameetriks, mis iseloomustab sõudja töövõimet, on anaeroobne lävi (Beneke, 1995; Shepard, 1998; Steinacker, 1993). Anaeroobne lävi on suurim konstantne intensiivsus (võimsus, liikumiskiirus), mille korral laktaadi produktsioon lihases ja eliminatsioon on võrdsed ning mille korral energiat saadakse oksüdatiivsete protsesside arvelt (Bishop jt., 1998). Edukatel sõudjatel on 4 mmol/l anaeroobne lävi 75- 85 protsenti maksimaalsest aeroobsest võimekusest (Steinacker, 1993; Secher, 1993). Sportlase treenituse kasvades maksimaalse laktaadi väärtused langevad anaeroobse läve tõusmisel, mis näitab sportlase vastupidavuse ja töö ökonoomsuse suurenemist. (Steinacker, 1993) Samas tuleb arvestada, et koos aeroobse võimsuse suurenemisega väheneb maksimaalne laktaadi kontsentratsioon veres väiksema glükolüütilise võimsuse tõttu, mistõttu on anaeroobne lävi heaks näitajaks vastupidavustreeningu monitooringul aastases treeningtsükli (Hagerman, 2000). Anaeroobse läve määramisel tuleks aga arvesse võtta, et erinevad testimise meetodid annavad üsnagi erinevaid tulemusi. Näiteks Jürimäe jt. (2001) võrdlesid kirjanduses pakutavaid erinevate vere laktaadipõhiste anaeroobsete lävede määramise meetodeid sõudmises ja leidsid, et LT_{\log} (logaritm laktaadi väärtusest vs. logaritm töö intensiivsuse väärtusest) meetod iseloomustab kõige paremini sõudja maksimaalset töövõimet 2000 meetri sõudeergomeetri distantsil. Vastava meetodi puhul leiti anaeroobse läve tasemeks keskmisel 3,7 mmol/l, mis on veidi madalam kui kirjanduses sagedasti kasutusel olev 4 mmol/l tase (Steinacker, 1993). Anaeroobse läve määramisel tuleks aga pigem võtta arvesse individuaalset laktaadi produktsiooni ja elimineerimise võimet, mis määrab täpsemini maksimaalset laktaadi püsiseisundit (Beneke, 1995). Sõudjate treeningute ülesehitusel on oluline määrata ülalpool ja allpool anaeroobset läve olevate treeningute maht selleks, et tagada positiivne treeningu efekt eelkõige aeglaste lihaskiudude arenguks (Steinacker jt., 1998).

2.2 Jõud ja jõuvõimed akadeemilises sõudmises

Kuival maal tehtavatest treeningutest on ühtedeks kõige olulisemateks treeninguteks sõudja jaoks erinevad jõuvõimete arendamiseks suunatud treeningud. Oma olemuselt jaotuvad jõuvõimed viite gruppi (Loko, 1996).

Maksimaaljõud - arendamiseks kasutatakse peamiselt kahte meetodilist suunda. Esimene suund põhineb mittemaksimaalsete koormuste rakendamisel maksimaalsete korduste arvuga, kus optimaalseks korduste arvuks ühes seerias on 5 – 6 kuni 10 – 15, millele vastab 60-80 protsendiline vastupanu maksimaalsest. Puhkeintervallid seeriade vahel 60-180 sekundit. Jõutreeningute arv mikrotsükliks 2 – 4. Seda meetodit rakendatakse ulatuslikult erinevate spordialade puhul treeningu ettevalmistusperioodil. Teine suund põhineb jõuvõimete süstemaatilisel maksimaalsel mobiliseerimisel, maksimaalse või selle lähedaste raskuste ületamisel, kus vastupanu suuruseks on 90 – 100 protsenti, korduste arv seerias 3 – 5. Enamik harjutusi sooritatakse dünaamilisel režiimil väikese korduste arvu ja maksimaalse vastupanuga.

Kiire jõud – eristatakse kahte liigutuste gruppi, mis nõuavad kiiret jõudu: 1) liigutused, kus peamist osa etendab ümberpaiknemise kiirus suhteliselt väikese vastupanu tingimustes. Siia gruppi kuuluvad tegevused, mis on seotud kiire reageerimisega välissignaalile, üksiku kiire liigutuse sooritamisega ja kordusliigutuste sagedusega.

2) liigutused, kus tööefekt on seotud liigutuspinge kiire arendamisega märkimisväärse vastupanu tingimustes. Seda gruppi iseloomustatakse lihaspinge tüübi järgi: plahvatuslik isomeetiline pinge (vajadus arendada kiiresti maksimaaljõudu), plahvatuslik ballistiline pinge (kiire väikese vastupanu ületamine), plahvatuslik reaktiiv – ballistiline pinge (peamine tööpinge areneb kohe pärast eelnevat lihaste väljavenitamist)

Plahvatuslik jõud – lihaste võime arendada liigutuse alustamisel kiiret tööpinget ja selle suurendamist liigutuste käigus. Vastupanu suurus olenevalt spordiala spetsiifikast kõigub 20 – 30 kuni 90 – 100 protsendini maksimaalsest.

Jõuvastupidavus – esineb kahe vormina: dünaamiline ja staatiline. Dünaamiline jõuvastupidavus on omane tsüklilistele aladele, kus jõupinged korduvad igas tsükli ning atsüklilistele harjutustele, mida sooritatakse puhkepausi järel. Staatiline jõuvastupidavus on omane spordialale, kus liigutustegevus on seotud vajadusega hoida kindla suuruse ja

kestusega lihaspinget. Sõltuvalt tööst osa võtvate lihaste hulgast eristatakse üldist ja lokaalset jõuvastupidavust. Üldine jõuvastupidavus on omane sellisele liigutustegevusele, millest võtab osa suur hulk lihaseid. Lokaalne jõuvastupidavus on omane tegevusele, mis toimub üksiku lihasgrupi osavõtul. See võimaldab kasutada kindla suunitlusega jõuettevalmistuse vahendeid, arendada nende lihasgruppide jõuvastupidavust, mis kannavad põhikoormust spordiliigutuse sooritamisel. Jõuvastupidavuse arendamisel kasutatakse korduvat tööd vastupanuga 25 – 50 % maksimaalsest keskmise tempoga 60 – 120 korda minutis (Loko, 1996)

Harjutuse kestvuse ja 1 KM määratud protsentuaalseid koormusi arvestades on võimalik suunata treeninguid kas maksimaaljõu, võimsuse või vastupidavuse suunas.

Jõud, mida arendatakse sõudmises ühel tõmbel ei ole kõrgem võrreldes teiste vastupidavusliku iseloomuga spordialadega, samas tuleb suurim erinevus sellest, et 2000 meetri sõudedistantsi jooksul on keskmine võimsus sõudmises suurem võrreldes teiste spordialadega. Samuti on sõudmises väga oluline, et igal tõmbel saavutatud jõumaksimum saavutatakse võimalikult ruttu (Bell jt., 1993), seega on sõudjale olulised ka kõrged võimsuse näitajad. Tipptasemel meessõudjad rakendavad esimese 5 tõmbe jooksul 900 kuni 1200 W võimsust. Maksimaalne võimsus saavutatakse stardifaasis esimese 250 meetriga (Hagerman jt., 1992). Mäestu jt (2005) leidsid, et Eesti tippsõudjad säilitavad keskmiselt 420 W võimsust 2000 meetrisel sõudeergomeetri distantstil. Andmed sarnanevad Steinacker (1993) uuringuga kus leiti, et 2000 meetrisel distantstil on edukamad meessõudjad, kes suudavad distantstil säilitada keskmiselt vähemalt 500 W võimsust. Suure võimsuse säilitamine sõudedistantsil on küll oluline, kuid liigne maksimaalne jõud ja võimsus võivad tuua paadi „sujuvas“ liikumises pigem kahju kui kasu, seda eriti veetunnetuse kadumise tõttu. Seetõttu peab jõuvõimete arendamine sõudmises toimuma alati kooskõlastatuna sõudetehnikaga ning proportsionaalselt sobivas vahekorras aeroobsete ja anaeroobsete energiatootmismehhanismidega (Rodriquez jt., 1990). Siin on oluline silmas pidada, et mida kõrgem on sõudja kvalifikatsioon, seda spetsiifilisem peab olema ka tema treening. See tähendab seda, et kui sõudja tahab saavutada paremat tulemust, siis peab enamus treeninguid toimuma paadis. Samas ei ole paljudes kohtades võimalik treenida aasta läbi

vee peal, mis omakorda tähendab seda, et suur osa treeningutest tuleb läbi viia kuival maal, mis seab ka piiranguid jõuvõimete spetsiifilisele arendamisele.

2.3 Treeningute ülesehitus akadeemilises sõudmises

a) Vastupidavustreening

Sõudmises on küllaltki raske uurida spetsiifiliste treeningute mõju organismile, kuna arendada tuleb mitmeid erinevaid võimeid ning sõudja võistlustulemus sõltub komplekselt erinevate võimete tasemest (Steinacker jt., 1998). See võib põhjustada probleeme erinevate võimete treeningute ajastamisega, sest mõned võimed ei ole arendatavad üheaegselt, näiteks maksimaaljõud ja vastupidavus (Mäestu jt., 2005; Steinacker jt., 1998). Sõudjatele on väga tähtis säilitada aeroobsete treeningute juures ka jõuvastupidavuse treeninguid, samas pikas perspektiivis on vajalik mõlema – nii aeroobsete kui jõuvastupidavuse näitajate - areng (Bell jt., 1993). Vastupidavustreening on sõudjate jaoks kõige olulisem tagamaks edu nii klassikalisel 2000 meetri distantstil kui ka erinevate pikkustega regattidel (Mäestu jt., 2005). Ettevalmistusperioodil, mis algab tavaliselt oktoobris, on aeroobsete treeningute osakaal 90 protsenti kogu treeningmahust (Nielsen jt., 2002). Samas McNeely (2005b) leiab, et ettevalmistusperioodil võivad allpool anaeroobset läve tehtavad treeningud moodustada kuni 99% treeningmahust (Tabel 3).

Võistlusperiood algab sõudjatel tavaliselt aprillis ja kulmineerub maailmameistrivõistlustega augusti lõpus või septembri alguses (Nielsen jt., 2002). Võistlusperioodi võib jagada võistluseelseks perioodiks ja vahetuks võistlusperioodiks (McNeely, 2005b). Ka võistlusperioodil on ülekaalus aeroobse suunitlusega treeningud, mis moodustavad treeningute kogumahust 70 protsenti (Hagerman, 2000; Mäestu jt., 2005). Mõned autorid on maininud, et 25 protsenti treeningutest võiksid olla aeroobsed-anaeroobsed, kus vere laktaadi kontsentratsioon oleks 4 kuni 8 mmol/l, ja ülejäänud 5 protsenti anaeroobsed, kus vere laktaadi kontsentratsioon oleks üle 8 mmol/l (Hagerman, 2000). Intensiivsed treeningud üle anaeroobse läve on olulised maksimaalse hapnikutarbimise arendamisel võistlusperioodil, kuid ei tohiks ületada mingil juhul

ületada 10 protsenti kogu treeningmahust. (Lormes jt., 1991) vastasel juhul hakkab liiga palju langema baasvastupidavuse tase.

Tabel 3. Aastase treeningmahu jagunemine 500- tunnise aastamahu korral (McNeely 2005b).

Periood	Perioodi kestus (nädalat)	Aeroobne lävi	Anaeroobne lävi	VO _{2max}	Jõu-treening	Tunde nädalas
Üld-ettevalmistus	12	70 (45%)	20 (20%)	0	25 (33%)	8,75
Spetsiaal-ettevalmistus	12	75 (27%)	35 (35%)	5 (10%)	20 (27%)	11,25
Võistluseelne	12	95 (35%)	25 (25%)	15 (30%)	20 (27%)	13,00
Võistlus	8	35 (13%)	20 (20%)	30 (60%)	10 (3%)	11,90
Ülemineku	8	0	0	0	0	0

Maailmatasemel sõudjad sooritavad enamuse ekstensiivseid ja intensiivseid treeninguid vee peal, mis moodustab 70 – 80 protsenti kogu treeningumahust (Mäestu jt., 2005). Mida kõrgema klassiga on sõudja, seda rohkem peaks ta suurendama spetsiifilisi treeninguid vee peal (Mäestu jt., 2005).

b) Jõutreening

Paljud vastupidavussportlased usuvad, et maksimaaljõutreeningud aitavad neil parandada erialast vastupidavust. Samas on füsioloogilisest aspektist vaadates vastupidavuse ja maksimaaljõu treeningud vägagi erinevad. Vastupidavustreeningu ajal toimub lihastes tuhandeid kontraktsioone suhteliselt madala intensiivsusega, samas jõudu ja võimsust treenides toimuvad ainult mõned kontraktsioonid maksimaalse jõu tasemel. Füsioloogilisest vaatevinklist on võimatu, et lihas suudaks korruga adapteruda kahe füsioloogiliselt erineva treeninguga, kui seda tehakse pidevalt ja samaaegselt (Bell jt., 1993). Veelgi enam, maksimaaljõutreeningud on suunatud peamiselt kiiretele lihaskiududele, samas kui vastupidavusliku iseloomuga töö sõltub peamiselt aeglastest lihaskiududest (Bell jt., 1993). Seda nägime ka eespool, et mida kõrgem on sõudja tase, seda rohkem esineb tema lihastes

aeglaseid lihaskiude (Tabel 2). Maksimaalse jõu arendamisel tekib lihashüpertroofia ja paraneb lihasesisene koordinaatsioon. Mõlemad nõuavad maksimaalset või sellele väga lähedast lihaskontraktsiooni. Maksimaalse raskusega, kiirus- ja anaeroobseid treeninguid tuleks sooritada eraldi jõuvastupidavuse treeningutest. Jõutreeningul peaks arendama rohkem põhilihaskiude, mida kasutatakse vee peal sõudes (Boland ja Hosea, 1991). On leitud, et ettevalmistusperioodil peaksid sõudjad vähendama madalal tempol sooritatavaid jõuvastupidavust arendavaid treeninguid ja sooritama kiiremaid liigutusi, mis arendavad põhiliselt võimsust (Bell jt., 1991). Sel perioodil on vajalik lasta harjutustel spetsialiseeruda sõudeliigutustele ja säilitada seal juures tempo, mis sarnaneb vee peal tehtavate tõmmete sagedusele aeroobsel treeningul (Hagerman, 2000). Madalal intensiivsusel tehtav jõuvastupidavustreening ja ka võimsustreening peaksid tagama selle, et treeninguefekt oleks suunatud põhiliselt aeglasele, mitte kiirele lihaskiududele (Steinacker jt., 1998). Suuremate treeningintensiivsuste kasutamine suurendab treeninguefekti aga kiirele lihaskiududele, mis aga kontrakheerudes tekitavad rohkem laktaati, mis viib lõpuks kiirema väsimuse tekkeni ning töövõime languseni. Steinacker jt (1998) leidsid, et võimsustreening madalate raskustega kutsus esile laktaadi kontsentratsiooni $5,00 \pm 1,17$ mmol/L ja võimsustreening kõrgete raskustega $6,35 \pm 1,71$ mmol/L. Kahjuks puuduvad siiani laiemapõhjalised ja usaldusväärsed uuringud, mis näitaks, milline on organismi pikemaajaline reaktsioon jõusaalis tehtavatele madala intensiivsusega jõuvastupidavustreeningutele, samas on olemas piisavalt uuringuid erinevate jõuvõimete arendamisest ja säilitamise efektiivsusest sõudjatel. Näiteks, Bell jt (1989) uurisid, kas jõusaali treeningute kiire ja aeglane tempo mõjutab anaeroobset võimekust ja maksimaalset jõudu. 18 ülikooli sõudjast moodustati kolm gruppi. Üks grupp tegi treeninguid võimsusele 18-22 kordust 40 protsenti 1 KM, teine grupp tegi aeglase tempoga maksimaaljõu harjutusi 6-8 kordust ja kolmas tegi ainult vastupidavustreeningud madalal intensiivsusel. Esimese kahe grupi harjutused olid spordiala spetsiifilised ja neid sooritati 4x nädalas 5 nädala jooksul. Resultaadina ei leitud kahe jõusaalitreeningu grupi vahel mitte mingeid erinevusi laktaadi näitades ja võimsuses. Näidud olid paremad hoopis vastupidavustreeningu grupil. Leiti, et jõusaalitreeningud võivad hoopis mõjuda vastupidiselt sõudmisele kui spetsiifilised madala raskuse ja intensiivsusega treeningud. Jõuvõimete säilitamist koos aeroobsete treeningutega uuris Bell jt (1993) keskmise tasemega ülikooli naissõudjatega (n=18). Sõudjad jagati kahte gruppi ja nad tegid läbi 10 nädalase jõutreeninguprogrammi, kus

aeroobseid treeninguid sooritati kaks korda nädalas ja jõusaali kasutati kolm korda nädalas. Pärast 10 nädalast jõutreeninguprogrammi tegi üks grupp 6 nädala jooksul säilitavaid jõutreeninguid kaks korda nädalas ja teine grupp ühe korra nädalas. Mõlemad grupid tegid aeroobseid treeninguid neli korda nädalas. Märgatav areng toimus jalapressi harjutuses mõlemal grupil. Jõunäitude suurenemine toimus samal ajal kui suurenes maksimaalne hapnikutarbimine. Tulemused näitasid, et üldjõu taset saab säilitada koos aeroobsete treeningutega, kui teha jõutreeninguid üks kuni kaks korda nädalas (Bell jt., 1993). Samas hetkel puuduvad kirjanduses andmed, kas jõunäitajad on võimalik säilitada kauem kui kuus nädalat. Bell jt (1997) on oma hilisemates teadustöodes uurinud madala ja kiire sõudmise tempo mõju organismile sõudeergomeetrial. Uuringus osales 13 mees ja 12 naissõudjat, kes jagati kahte gruppi. Üks grupp sõudis sõudeergomeetrial madala tempoga 16- 26 tõmmet minutis ning teine ehk „kõrge tempo“ grupp sõudis treeningutel 26-36 tõmmet minutis. Mõlema grupi puhul hoiti intensiivsust aéroobsel lävel. Samuti tegid mõlemad grupid kaks jõutreeningut nädalas, raskustega 65- 85 protsenti 1 KM ja kordustega 6-10. Kahe grupi treeningprotokollid erinesid ainult tehnika poolest. Madala tempoga grupp rakendas suuremat lihasjõudu tõmbe alguses, mis tähendas suuremat lihaskontraktsiooni ja glükolüütiliste energiatootmismehhanismide rakendamist. Samuti arendas see rohkem kiireid glükolüütilisi ehk II b tüüpi lihaskiude, mis arendavad rohkem lihasjõudu ja produtseerivad intensiivsema kehalise pingutuse ajal hulgaliselt piimhapet ehk laktaati. Üheks positiivseks argumendiks madala tempoga sõudmises võib pidada pikemat taastumisaega uue tõmbetsükli alustamisel. Kõrgema tempoga sõudjate grupis leiti maksimaalse hapnikutarbimise näitude suurenemist. Huvitav fakt oli see, et kõrgema tempoga sõudjad rakendavad väiksemat lihasjõudu igasse tõmbesse ja arendavad rohkem aéroobseid energiatootmismehhanisme kui madalama tempoga sõudjad. Mõlema grupi puhul ei leitud muutusi jõu näitajates. Madala intensiivsusega sõudmist on uurinud ka Ingham jt (2008). Uuringus osales 18 kogenud meessõudjat ja nad jagati kahte erinevasse treeninggruppi. Üks grupp tegi sõudeergomeetrial ainult madalal intensiivsusel treeninguid aéroobsel lävel ja teine grupp 70% treeninguid aéroobsel lävel ja 30% üle anaeroobse läve treeninguid. Erinevalt Bell jt (1998) uuringule leidsid Ingham jt (2008) maksimaalse hapnikutarbimise muutusi mõlemas treeninggrupis. Enne 12 nädalast treeningperioodi oli madala intnesiivsusega treeninggrupis maksimaalne hapnikutarbimine $4,68 \pm 0,45$ l/min ja teises treeninggrupis $4,59 \pm 0,2$. Pärast 12 nädalast treeningperioodi olid andmed vastavalt $5,18 \pm 0,37$ ($p < 0,05$) ja $5,04$

$\pm 0,3$ ($p < 0,05$) Mõlemal treeninggrupil oli näitajate muutumine korrelatiivses seoses 2000 meetrise sõudeergomeetri ditantsi kiiruse paranemisega ($p < 0,05$.)

1970-datel oli sõudjate hulgas väga levinud talvisel ettevalmistusperioodil kasutada maksimaaljõu treeninguid väikeste kordustega, millele järgnevad võistlushooajal kergete raskustega suhteliselt pikkade seeriatega treeningud. Praegusel ajal pooldatakse rohkem lokaalsele lihasele tehtavat vastupidavustööd ja treeningud on rohkem spetsiifilisemad (Fiskerstrand ja Seiler, 2004). Selliselt olid üles ehitatud ka Norra koondislaste treeningud aastatel 1970 – 2001. Selle ajavahemiku jooksul suutsid nad olla rahvusvahelisel areenil 10 korda edukamad kui sellele eelneval perioodil. Samuti suurendati oluliselt just treeningute mahtu ettevalmistaval perioodil. Aastane treeningmaht tõusis 924 tunnilt 1128 tunnile. Talvises ettevalmistusperioodis (oktoober-märts) suurenesid märgatavalt jõuvastupidavuse treeningud. Kui 1970. ja 1980. aastal tehti jõuvastupidavus- treeninguid 10-12 tundi kuus, siis 1990. aastal juba 20 tundi. Need treeningud olid 50 protsendilise raskusega 1 KM ja kordusi tehti maksimaalselt 50. Harjutused olid madala suhteliselt tempoga (Fiskerstrand ja Seiler, 2004).

Arvestades treeningmahtu, mida sõudjad sooritavad ülalpool anaeroobse läve intensiivsust, on oluline teada mittespetsiifilise jõuvastupidavustreeningu mõju ühelt poolt organismile ja teiselt poolt töövõimele tervikuna. Seega peaks jõuvastupidavustreening olema piisavalt madala intensiivsusega, et mitte kergitada vere laktaaditaset oluliselt kõrgemale anaeroobsele lävele vastavast laktaadikontsentratsioonist. Samas puuduvad kirjanduses hetkel uuringud, mille alusel saaks vastuse küsimusele, et kui treeningu intensiivsus on väike, siis kas treeningul üleüldse on mingi efekt töövõimele tervikuna?

3. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Käesoleva magistr töö eesmärgiks oli uurida madala intensiivsusega mittespetsiifilise ja spetsiifilise jõuvastupidavustreeningu mõju sõudja spetsiifilisele sooritusvõimele submaksimaalsel koormusel.

Vastavalt töö eesmärgile püstitati järgmised ülesanded:

1. mõõta vaatlusaluste antropomeetrilised näitajad;
2. määrata vaatlusaluste maksimaalne hapniku tarbimine ja maksimaalne aeroobne võimsus;
3. võrrelda sõudjate sooritusvõimet konstantsel koormusel, 95% maksimaalsest aeroobsest võimsusest, enne ja pärast neljanädalast madala intensiivsusega spetsiifilist ja mittespetsiifilist treeningtsüklit;

Madala intensiivsusega mittespetsiifilise ja spetsiifilise jõuvastupidavustreeningu kohta püstitasime järgmise hüpoteesi:

- spetsiifiline jõuvastupidavustreening parandab sooritusvõimet 95% $P_{a_{max}}$ koormusega tööl rohkem kui mittespetsiifiline treening.

4. TÖÖ METOODIKA

4.1. Vaatlusalused

Antud uuringus osalesid nii Eesti rahvuslikul kui ka rahvusvahelisel tasemel võistlevad hästitreenitud meessõudjad ($n=12$) erinevatest Eesti sõudeklubidest (vanus $21,25 \pm 1,76$ aastat; pikkus $188,3 \pm 4,92$ cm; keha mass $84,07 \pm 5,61$ kg; treeningstaaž $7,38 \pm 2,70$ aastat). Vaatlusalustel ei olnud uuringule eelnevalt ega uuringu käigus terviseega probleeme ja samuti ei tarvitanud nad uuringu ajal ravimeid. Kõiki vaatlusaluseid teavitati uuringu ülesehitusest ja eesmärkidest.

4.2 Uuringu ülesehitus

Uuring viidi läbi sõudjate talvise ettevalmistusperioodi alguses - oktoobrikuu lõpust kuni novembrikuu lõpuni. Selle treeningperioodi jooksul treenivad sõudjad madalal intensiivsusel ja suhteliselt kõrge mahuga (Mäestu jt., 2005). Vaatlusalused jaotati kahte treeninggruppi (Tabel 4). Üks grupp ($n=6$) sooritas madalal intensiivsusel jõuharjutusi sõudeergomeetril (spetsiifiline treeninggrupp - SE) ja teine grupp sooritas jõuvastupidavus treeninguid jõusaalis, kasutamata sõudeergomeetrit ($n=6$) (jõusaali treeninggrupp - JT). Harjutuste iseloom ja treeningumaht olid mõlema treeninggrupi puhul sarnased. Treeningute maht oli esimesel nädalal (Nädal 1) $593,3 \pm 5,66$ minutit, teisel nädalal (Nädal 2) $630,7 \pm 5,61$ minutit, kolmandal nädalal (Nädal 3) $670,4 \pm 6,12$ minutit ja neljandal nädalal (Nädal 4) $586,6 \pm 7,46$ minutit. Mõlemad treeningu grupid sooritasid nelikümmend kaheksa protsenti madala intensiivsusega treeningutest akadeemilises ühepaadis (treeningaeg 90 kuni 120 minutini, südamelöögisagedus 65 – 75 % maksimaalsest SLS-st), 22 protsenti treeninguid sooritati madalal intensiivsusel jalgrattal või joostes ja 30 protsenti treeningutest sooritati jõuvastupidavustreeninguid raskustega 40 % 1KM, intensiivsusega 17 kordust minutis ja kokku 50 kordust. Sõudeergomeetri grupp (SE) sooritas sõudeergomeetril Concept II (Morrisville, USA) harjutusi viimasel ehk kümnendal raskusastmel.

Tabel 4. Vaatlusaluste jagunemine 2 gruppi ja erinevad näitajad (aritmeetiline keskmine \pm SD)

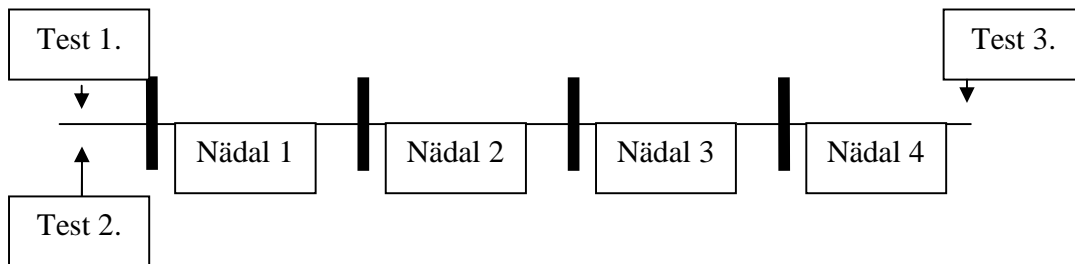
Parameetrid (ühikud)	SE	JT
Kehapikkus (cm)	185,5 \pm 3,3	191,1 \pm 4,7
Kehamass (kg)	82,7 \pm 6,8	85,3 \pm 4,3
Treeningstaaž (aastat)	7,5 \pm 3,0	7,3 \pm 2,6
VO ₂ MAX (l/min)	5,1 \pm 0,58	5,5 \pm 0,33
VO ₂ MAX (w)	348 \pm 38,1	367 \pm 33,6

Kogu uuring kestis kuus nädalat, mis sisaldas nelja nädalast treeningperioodi (Nädalad 1-4) (Joonis 3) Nädal enne treeningperioodi algust mõõdeti vaatlusalustel analüüsiks vajaminevaid andmeid. Treeningperioodi esimesel nädalal oli planeeritud treeningmaht kuni 10 tundi. Treeningmahtu suurendati teisel ja kolmandal nädalal 6,5% individuaalselt igal vaatlusalusel. Sportlased treenisid seitse korda nädalas, mis sisaldas kolme jõusaali ja sõudeergomeetri treeningut ja üks päev oli mõeldud taastumiseks (Pühapäev) (Tabel 5). Treeningmahtu langetati neljandal nädalal kümne tunnini Nelja nädala jooksul toimusid treeningud kindlatel kellaaegadel ja sportlasi jälgisid kogenud treenerid, keda informeeriti uuringu ülesehitusest ja oodatavatest tulemustest.

Tabel 5. Jõusaali ja ergomeetri treeninggrupi harjutused intensiivsusega 40% 1 KM, 50 kordust, tempoga 17 kordust minutis .

Päev	JT harjutused	SE harjutused
Esmaspäev	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kangi rinnale võtt. 2. Jalapress treenažööril. 3. Ploki tõmme sirgete kätega. 4. Ploki tõmme käte kõverdamisega. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Maksimaalse võimsusega tõmbed. 2. Käed sirged sõudmine. 3. Althaardega sõudmine. 4. Ainult selg, käed sirged sõudmine.
Kolmapäev	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kangi rinnani tõmme. 2. Kukk kangiga, kang turjal. 3. Seljasirutajale keretõsted pingil. 4. 24 kg pommi tõmme rinnani. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tõmbe lõpus kätega sõudmine. 2. Selg – käed sõudmine, jalad sirged. 3. Käepideme tõmme üle pea sõudmine. 4. Käepideme tõmme rangluuni sõudmine.
Reede	<ol style="list-style-type: none"> 1. Istudes tõmme ülevalt alla treenažööril. 2. Ühel jalal kükid. 3. Käte kõverdamine toenglamangus. 4. Ketta kereringid. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tõmme üle pea, althaardega sõudmine. 2. Käed sirged, ülakeha sirge sõudmine. 3. Ainult kätega sõudmine, jalad sirged. 4. Tõmbed külgedele sõudmine.

SE- sõudeergomeetri treeninggrupp; JT- jõusaali treeninggrupp;



Joonis 3. Uuringu skemaatiline joonis. Test 1. - vaatlusaluste maksimaalse hapniku tarbimise (VO_{2max} , l/min) ning sellele vastava võimsuse vattides e. maksimaalne aeroobse võimsuse (Pa_{max}) määramine (Rämson jt., 2008). Test 2. ja 3. - ühtlane töö sõudeergomeetril intensiivsusega 95% Pa_{max} suutlikkuseni. Tumedad jooned märgivad vaatlusaluste puhkepäeva.

4.3 Kasvavate koormustega test sõudeergomeetril.

Uuringud viidi läbi Tartu Ülikooli kehakultuuriteaduskonna treeninguteaduste laboris. Baastestimine toimus neljale nädalapikkusele treeningperioodile eelneval nädalal. Vaatlusalused käisid laboris submaksimaalset intensiivsust määramas ühe korra. 24 testieelse tunni jooksul ei tohtinud vaatlusalused sooritada kehalist koormust ning vahetult enne testi ja treeningperioodil tarbida kohvi jm ergutavaid vahendeid. Testimisel määrati vaatlusaluste maksimaalne hapnikutarbimine ja submaksimaalne võimsus. Testi ajal kandsid uuritavad näomaski väljahingatava õhu analüüsimiseks. Välise hingamise parameetrid määrati aparaadiga METAMAX (Cortex GMBH, Leipzig, Saksamaa) ning vaatlusalune hingas läbi näomaski kogu testi ajal. Südame löögisagedust määrati Polar'i sporttestriga (Polar, Kempele, Soome). Testi käigus kogutud andmed salvestati jooksvalt edasiseks analüüsiks. Hingamisparameetrite analüüsiks kasutasime kommertsiaalset programmi Metasoft 3 (Cortex GMBH, Leipzig, Saksamaa).

Kasvavate koormustega ergomeetritestil kasutasime õhutakistusega sõudeergomeetrit Concept 2 (Morrisville, USA). Testile eelnes 10-minutiline individuaalne soojendus sõudeergomeetril. Raskusaste sõudeergomeetil Concept 2 (Morrisville, USA) oli kõigil viiendal astmel kümnest võimalikust. Pärast soojendust istusid vaatlusalused kaks minutit rahulikult enne kui alustati sõudmist algkoormusega 40 W. Iga minuti järel oli koormuse juurdekasvuks 20 W kuni suutlikkuseni (Hoffmann jt., 2007). Testi lõpetamise kriteeriumiteks oli a) platoo teke hapniku tarbimise väärtuses; b) hingamiskoeffitsiendi tõus vähemalt 1,1; c) subjektiivne väsimus – vaatlusalune ei suutnud säilitada etteantud intensiivsust. Testi käigus määrati vaatlusaluste maksimaalne hapniku tarbimine (VO_{2max} , l/min) ning sellele vastav võimsus vattides e. maksimaalne aeroobne võimsus (Pa_{max}) (Rämson jt., 2008).

Maksimaalsele hapniku tarbimisele vastav võimsus arvutati järgmise valemiga:

$$P_{max} = P1 + P2 \times T/180$$

$P1$ = koormus (W), mis eelnes koormusele, mille jooksul registreeriti vaatlusaluse maksimaalne hapniku tarbimine. Juhul kui maksimaalne hapniku tarbimine saavutati täpselt viimase koormuse lõpuks, siis võrdus Pa_{max} viimase koormuse vattidega.

$P2$ = koormuse juurdekasv (W) viimase (poolikuks jäänud) koormusastme puhul (meestel 50W ja naistel 35W) mille jooksul määrati maksimaalne hapniku tarbimine.

T = aeg (sekundites) viimasel poolikuks jäänud koormusastmel, so. aeg koormuse algusest kuni maksimaalse hapniku tarbimise saabumise hetkeni.

4.4 Submaksimaalse intensiivsusega testid

Enne ja pärast nelja nädalast treeningtsükli perioodi sooritasid vaatlusalused ühtlase töö sõudeergomeetril intensiivsusega 95% Pa_{max} kuni suutlikkuseni. 24 testieelse tunni jooksul ei tohtinud vaatlusalused sooritada olulisel määral kehalist koormamist nõudvaid tegevusi ning vahetult enne testi ei tohtinud nad tarbida kohvi jm ergutavaid aineid. Mõlemad testid toimusid hommikul kella 10.00 – 12.00 ja vaatlusalune sooritas teise testi samal kellaajal kui esimese testi.

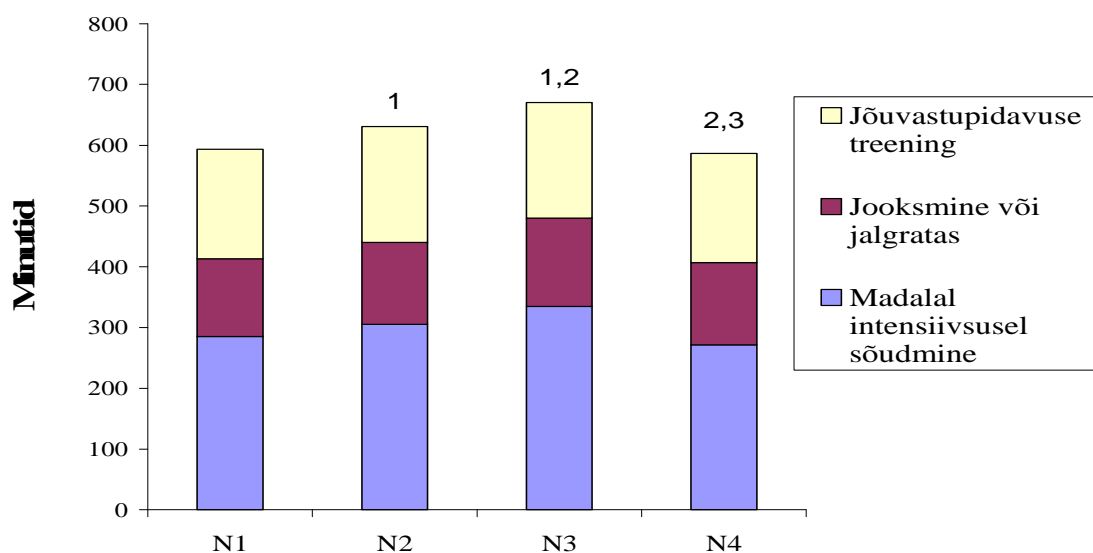
Mõlemale testile eelnes standardne soojendus, mis kestis kakskümmend minutit intensiivsusel 50% $P_{a_{max}}$. Testi objektiivsuse suurendamiseks kaeti testi käigus sõudeergomeetril kinni keskmine tõmmete arv minutis (t/m) ja jooksev aeg (sek). Seega ei teadnud vaatlusalune, kui kaua ta ajalisel testil on sooritanud. Vaatlusalust ergutati testi jooksul verbaalselt, saavutamaks maksimaalset tulemust. Testi käigus registreeriti testiks kulunud aeg, keskmine võimsus, tõmmete sagedus minutis ja läbitud distants.

4.5 Andmete statistiline analüüs

Uurimistöö andmete statistiline analüüs toimus programmi SPSS for Windows abil (versioon 10.0). Arvutati parameetrite aritmeetilised keskmised ja standardhälbed (SD). Koormustestide vahelisi erinevusi määrati Studenti t-testiga, kuna andmed olid normaaljaotuvusega. Statistilise olulisuse nivooks rakendati $p < 0,05$.

5. TÖÖ TULEMUSED

Treeningmahu muutused nädalate lõikes olid statistiliselt usutavalt erinevad ($p < 0,05$.) teisel (N2) ja kolmandal nädalal (N3) võrreldes esimese nädalaga (N1) ning neljandal nädalal (N4) võrreldes teise (N2) ja kolmanda nädalaga (N3) (Joonis 4). Neljandal nädalal (N4) langetati treeningu mahtu kuid ei toimunud statistiliselt olulisi muutusi ($p > 0,05$.) võrreldes esimese nädalaga (N1).



Joonis 4. Keskised treeningmahud nelja nädalapikkuse treeningperioodi jooksul. I. N1 – N4 tähistavad treeningnädalaid. Numbrid näitavad statistiliselt olulist erinevust vastavast nädalast ($p < 0,05$).

Kasvavate koormustega testil määratud mõlema treeninggrupi keskmised väärtused, maksimaalne aeroobne võimsus ($P_{a_{max}}$) ja väärtused anaeroobsel lävel on toodud tabelis 6. Kui võrrelda mõlema treeninggrupi sõudeergomeetri- ja jõutreeningugrupi (SE ja JT, vastavalt) $P_{a_{max}}$ võimsust (W) ja maksimaalset hapinkutarbimist, siis need ei olnud üksteisest statistiliselt usutavalt erinevad. Antropomeetriliste näitajate puhul esines

statililiselt usutav erinevus pikkuses JT treeninggrupis võrreldes SE treeninggrupiga ($p < 0,05$.)

Tabel 6. Vaatlusaluste astmelise koormustesti tulemused (aritmeetiline keskmine \pm SD)

Parameetrid (ühikud)	Keskmine ($X \pm SD$)	SE	JT
Pikkus (cm)	188,3 \pm 4,92	191,1 \pm 4,7	185,5 \pm 3,4*
Kaal (kg)	84,07 \pm 5,61	82,7 \pm 6,8	85,3 \pm 4,3
VO _{2max} (l/min)	5,32 \pm 0,50	5,13 \pm 0,58	5,5 \pm 0,33
VO ₂ /kg (ml/min/kg)	62,8 \pm 6,94	62,3 \pm 8,66	63,2 \pm 5,53
P _{max} (w)	376,7 \pm 25,34	373,3 \pm 16,33	380 \pm 33,46
Pa _{max} (w)	357,6 \pm 35,32	348,7 \pm 38,18	366,5 \pm 33,2
V _E (l/min)	188,8 \pm 21,75	182,1 \pm 25,69	195,4 \pm 16,58

Pa_{max} – maksimaalne aeroobne võimsus; P_{max} – maksimaalne võimsus; VO_{2max} – maksimaalne hapnikutarbimine; VO₂/kg – maksimaalne hapnikutarbimine kilogrammi kehakaalu kohta; V_E (l/min) – minuti ventilatsioon. *- statistiliselt usutavalt erinev sõudeergomeetri treeninggrupist ($p < 0,05$.)

Mõelma grupi Pa_{max} 95% suutlikkuseni testide tempod olid enne ja pärast nelja nädala pikkust jõuvastupidavustsükli sarnased nii SE treeninggrupis kui ka JT treeninggrupis ja statistiliselt olulisi muutusi sõudmise tempos ei toimunud ($p > 0,05$.) (Tabel 7).

Kuigi mõlemas treeninggrupis oli teises 95% Pa_{max} testis oluline ajalise tulemuse paranemine, ei leidnud me kahe treeninggrupi testi tulemuste vahel statistiliselt olulisi erinevusi ($p > 0,05$). Statistiliselt oluline muutus toimus teisel testil JT treeninggrupi distantsi läbimisel võrreldes esimese testiga ($p < 0,05$) ning testi soorituse aeg paranes oluliselt. SE treeninggrupis distantsi läbimisel statistiliselt olulisi muutusi võrreldes esimese testiga ei toimunud ($p > 0,05$).

Tabel 7. Sõudeergomeetri ja jõusaali treeninggrupi 95% Pa_{max} testi tulemused.

Parameeter (ühik)	SE grupp enne	SE grupp pärast
Meetrid (m)	1815 ± 627	2150 ± 698
Aeg (sek)	372,8 ± 132,3	442,3 ± 153,1
Tõmbe sagedus (t/m)	30,8 ± 1,7	29,5 ± 1,5
Keskmine võimsus (w)	332,3 ± 38,4	332,3 ± 35,8

Parameeter (ühik)	JT grupp enne	JT grupp pärast
Meetrid (m)	1752 ± 512,9	2060 ± 620,8*
Aeg (sek)	362 ± 108	416,5 ± 133,7*
Tõmbe sagedus (t/m)	30 ± 1,6	29,33 ± 1,96
Keskmine võimsus (w)	345,83 ± 31,6	346,6 ± 30,5

* statistiliselt usutav erinevus vastava väärtusega määratud enne treeningperioodi (p<0,05).

6. TÖÖ ARUTELU

Akadeemilises sõudmises, nagu kõigil teistelgi spordialadel on edu saavutamisel suur tähtsus kehaehituse iseärasustel (Jürimäe jt., 2006). Kirjanduse põhjal võib väita, et käesolevas uuringus osalenud sportlaste antropomeetrilised näitajad on kehaehituslikult suhteliselt sarnased rahvusliku tasemega sõudjatega (Bourgois jt., 2000, Mäestu jt., 2003), samas on kehaehituslikud näitajad neil mõnevõrra madalamad võrreldes eliitsõudjatega (Secher, 1993). Näiteks võib tuua, et antud uurimistöös osalenud 19 -25 aastaste sõudjate keha pikkused olid keskmiselt $188,3 \pm 4,92$ cm, mis on sarnane Mäestu jt. (2003) uuringus osalenud rahvuslikult tasemel sõudjatega ($187,9 \pm 6.1$ cm.). Bell jt (1997) leidsid sõudjate keskmiseks pikkuseks $177,9 \pm 2,9$ cm, mis on oluliselt madalam antud uuringus saadud tulemustest. Webster jt (2006) said keskmiseks kehakaaluks $81,5 \pm 7,8$ kg, mis on antud uuringu andmetega sarnane. Bell jt (1997) uuringus saadud sõudjate keskmised kehakaalud olid mõnevõrra väiksemad ($73,7 \pm 3,3$ kg).

Aeroobse energiaga varustatuse hulk, mis on ligikaudu 70 – 80% sõudjate 2000 meetrisel võistlusdistsantsil, sõltub suurel määral töö kestusest ja valitud taktikast (Ingham jt., 2008; Jürimäe jt., 1999). Sellepärast moodustavad suurima osa sõudjate aastasest treeninguprogrammist suuremahuline madalal intensiivsusel sõudmine ja jõutreeningud (Steinacker jt., 1998). Eriti oluline on siinjuures sportlasele treeningu intensiivsus, et tagada ühelt poolt piisav adaptatsioon treeninguga ja tasakaalustatud aeroobne vastupidavus, samas hoiduda ülepingutusest ja/või ületreeningust (Mäestu jt., 2005). Käesolevas uuringus planeeritud madala intensiivsusega treeningperioodil olid peamisteks ülesanneteks organismi adaptatsiooniprotsesside stimuleerimine ja ettevalmistusülesannete lahendamine (Kellmann jt., 2001; Mäestu jt., 2003; Steinacker jt., 1993). Antud madala intensiivsusega treeningprogramm planeeriti kui 4 nädalane jõuvastupidavuse tsükkel. Antud treeningperioodil olid uuritavate nädalased treeningumahud tasemelt võrreldavad teistes samalaadsetes uuringutes osalenud ülikoolide sõudjatega (Bell jt., 1989; 1993; 1997) samas jäädes siiski madalamaks koormustest, mille rakendamisel on leitud, et sportlaste kohanemine treeningu stressiga võib kujuneda negatiivseks (Mäestu jt., 2003, Rämson jt., 2008). Treeningplaani üldise ülesehituse koostamisel tuginesime varasemate uuringute tulemustele, kus on

soovitatud mitte tõsta treeningtsükli käigus oluliselt nädala treeningmahtu, kuna see võib avaldada saavutusvõimele negatiivset efekti (Jürimäe jt., 2002; Mäestu jt., 2003). Näiteks leidsid Lehmann jt (1997) oma uuringus, et harjumatu ja ootamatu tõus treeningu mahus võib esile kutsuda rohkem väsimust kui harjumatu tõus treeningu intensiivsuses. Samuti leidsid Rämson jt (2008), et treeningmahu tõstmine sõudjatel nelja nädala jooksul viis submaksimaalse töövõime languseni. Samas oli antud uuringu peamiseks eesmärgiks mitte niivõrd üleväsimuse esile kutsumine, kuivõrd just võrrelda kahe erineva tüübiga jõuvastupidavuse treeningu mõju sportlaste töövõimele. Sellest lähtuvalt koostasime uuritavatele üldettevalmistusperioodi treeningprogrammi McNeely (2005b) järgi, arvestades nende senist treeningukogemust ning aastast treeningumahtu. McNeely (2005b) andmete järgi on üliõpilassportlaste aastane treeningumaht keskmiselt 500 tundi, mis oli sarnane meie uuringu vaatlusaluste aastase treeningmahuga. Seega võime arvestuslikult tuletada, et treeningumahu jagunemisel trenivad sõudjad üldettevalmistusperioodil keskmiselt 9,60 tundi nädalas .

Meie uuringu tulemustest kõneldes võib väita, et madala intensiivsusega jõuvastupidavuse arendamiseks suunatud treening jõusaalis parandas usutavalt 95% maksimaalsest aeroobsest võimsusest ($95\% Pa_{max}$) intensiivsusel tehtavat tööd, samas kui sarnase intensiivsusega, erialaste harjutustega sõudeergomeetril, jõuvastupidavustreeningu tagajärjel $95\% Pa_{max}$ töövõime ei muutunud. Eelnevalt tehtud uuringud (Bell jt., 1993; 1997; Steinacker jt., 1998) näitasid, et madala tempoga jõusaalitreeningud võivad mõjuda hoopis vastupidiselt sõudmise töövõimele, kui spetsiifilised madala raskuse ja intensiivsusega treeningud 2000 – 2500 meetri pikkusel maksimaalse intensiivsusega sõudeergomeetri testil. Üheks erinevuseks varasemate uuringutega võrreldes on meie poolt läbiviidud testides rakendatud intensiivsuse tase. Kui Steinacker jt (1998) kasutasid oma uuringus maksimaalset koormust, siis meie viisime oma katse mõlemad testid läbi intensiivsusel $95\% VO2_{max}$. Antud uuringus kasutatav testi intensiivsus sai valitud põhjusel, et maksimaalsete koormustega testide puhul sõltuvad testi tulemused vaatlusaluste motivatsioonist maksimaalselt pingutada (McConnel ja Romer, 2004; Boutellier jt., 1992; Boutellier ja Piwko, 1992) ning seega on võimalik testi tulemustega kergemini manipuleerida. Kui eeldada, et sellise suhteliselt lühikese 4-nädalase jõuvastupidavustsükli jooksul esilekutsutavad muutused

töövõimes võivad olla küllaltki väikesed, siis on väga oluline töövõime täpne mõõtmine. Vastasel juhul, näiteks kui vaatlusalune pingutab teises testis mõnevõrra nõrgemalt kui esimeses, võib paranenud töövõime tingimustes siiski olla testi sooritus muutumatu või isegi kehvem. See aga omakorda viib ekslikele järeldustele treeningu tsükli mõjust organismile. Fikseeritud koormusega test annab aga hea võimaluse jälgida vaatlusaluste füsioloogiliste näitajate muutusi konstantsetes tingimustes, kuid negatiivseks aspektiks võib kujuneda mõnevõrra väiksem sarnasus võistlusmomendile. Samas võib kirjanduse põhjal väita, et antud uuringus kasvavate koormustega testi käigus määratud P_{max} on sobilik sportlase töövõime hindamisel ja treeningute intensiivsuse määramisel (Jürimäe jt., 2000; Weston jt., 1997), kuna on leitud selle testi väga kõrge korrelatiivne seos sõudja võistlustulemusega 2000 meetri sõudeergomeetri distantstil.

Oma töö hüpoteesina tõime välja, et spetsiifiline jõuvastupidavustreening võiks olla efektiivsem, parandamaks sõudjate sooritusvõimet 95% Pa_{max} intensiivsusega tööl, kuna töö iseloom ja lihaskontraktsioonide suund ja kiirus on enam sarnased sõudeliigutusele võrreldes mittespetsiifilise treeninguga. Osad autorid on varasemate uuringute käigus leidnud, et jõusaali treeningud ei muuda oluliselt näitajaid võimsuses ja töövõime muutumist on pigem esile kutsunud spetsiifilised vastupidavustreeningud (Bell jt., 1989; Steinacker jt., 1998). Meie läbiviidud uuringus täheldasime statistiliselt olulisi muutumisi ($p < 0,05$) distantsi pikkuse ja aja kategoorias jõusaali treeningu grupis (Tabel 5). Samas ei leidnud me statistiliselt olulisi muutusi tõmbesageduses ja keskmises võimsuses.

Spetsiifilise jõuvastupidavustreeningu grupi liikmete tulemuste mitteolulist paranemist võis põhjustada harjutusvara. Kuna meil puudus eelnev kogemus ehitada jõuvastupidavustreening üles sõudeergomeetritel tehtavatele harjutustele, sest selle kohta puudusid andmed nii kirjanduses, kui ka treenerite isiklik kogemus harjutusvara kokkupanekuks oli suhteliselt subjektiivne. Samuti võis tulemusi mõjutada vaatlusaluste suhteliselt kõrge treenituse tase ja sellest tulenevalt ei reageerinud organism treeningu koormusele sellises ulatuses, et muutused oleks olnud tuvastatavad töövõime testil. Põhjuseks võis olla ka see, et treeningumahud ei olnud individuaalselt reguleeritud ja vaatlusalused tegid ühesuguse koormusega treeningunädalaid. Samas, kui lähtuda

indiviidipõhisest analüüsist, siis treeningperioodi jooksul põhjustas treeningkava paarile vaatlusalusele liigset väsimust. Ilmselt oleks olnud huvipakkuv võrrelda mõlema treeninggrupi koormusjärgset väsimuse astet Borgi skaala abil, et hinnata vaastluusaluste koormuse piisavust subjektiivse tunnetuse seisukohast. Edaspidistes uuringutes võiks olla spetsiifilise treeninggrupi harjutusvara tempo madalam, et saavutada võrdne koormus mittespetsiifilise treeninggrupiga ja vastavaid treeninguid võiks sooritada kolme korra asemel neli korda nädalas. Bell jt (1993) leidsid, et üldjõudu saab säilitada koos aeroobsete treeningutega, kui teha treeninguid üks kuni kaks korda nädalas. Seega võiks ilmselt nädalane jõutreeningumaht olla ka natukene kõrgem, kui kasutatud kolm treeningkorda, et kutsuda esile vajalikke adaptatsioonoprotsesse. Näiteks Bell jt (1997) kestis uuring 10 nädalat ja erinevalt meie 4-nädalasest uuringust mõõtis ta pärast 10-nädalast treeningperioodi vaatlusaluste maksimaalset hapnikutarbimist, maksimaalset võimsust ja anaeroobse läve võimsust. Samas leidis Bell jt (1989) oma varasemas uuringus statistiliselt olulisi muutusi vastupidavustreeningu grupis ka viie nädalapikkuse treeningperioodi jooksul. Samas ei andnud uuringud (Bell jt., 1989, 1993, 1997) täielikku ülevaadet vaatlusaluste treeningumahudest, vaid pigem treeningperioodidest. Vastavate treeningperioodide järgi võis ainult eeldada vaatlusaluste treeningumahu suurust. Samas võib antud uuringutele tuginedes väita, et muutusi kutsusid esile neli korda nädalas sooritatud madala intensiivsusega treeningud.

Lisaks on leitud, et ettevalmistusperioodil peaksid sõudjad vähendama madalal tempol sooritatavaid jõuvastupidavuse treeninguid ja sooritama kiiremaid liigutusi, mis arendavad põhiliselt võimsust (Bell jt., 1991). Sel perioodil on vajalik enam kohaldada harjutusi, spetsialiseerudes sõudeliigutustele ja säilitada sealjuures tempo, mis sarnaneb vee peal tehtavate tõmmete sagedusele aeroobsel treeningul (Hagerman, 2000). Samas on uuringutes vastupidiselt leitud ka, et madala tempoga jõuvastupidavusharjutuste sooritamine rakendab tõmbe alguses suuremat lihasjõudu, mis tähendab tugevamat lihaskontraktsiooni (Bell jt., 1997). Lisaks võib üheks positiivseks argumendiks madala tempoga sõudmisel pidada pikemat taastumisaega enne uue tõmbetsükli alustamist, mis ei lase organismis tekkida suurematel intensiivsustel tavapäraselt moodustuvaid laguprodukte nagu laktaat ja süsihappegaas.

Kokkuvõtteks võib antud uuringu tulemuste põhjal väita, et mittespetsiifiline jõuvastupidavustreening omab võrreldes spetsiifilise jõuvastupidavustreeninguga sõudja submaksimaalsele töövõimele efektiivsemat mõju.

7. JÄRELDUSED

1. Käesolevas uuringus osalenud sõudjate antropomeetrilised näitajad olid võrreldavad rahvusvahelistes uuringutes osalenud sõudjate vastavate andmetega.
2. Käesolevas uuringus osalenud vaatlusaluste funktsionaalne võimekus oli võrreldav teiste sarnastes uuringutes osalenud vaatlusaluste funktsionaalse võimekusega.
3. Mittespetsiifiline jõuvastupidavustreening omab efektiivsemat mõju sõudja submaksimaalsele töövõimele võrreldes spetsiifilise, sõudeergomeetril sooritatud jõuvastupidavustreeninguga.

8. KASUTATUD KIRJANDUS

1. **Barrett R.S & Manning J. M.** Relationships between rigging set-up, anthropometry, physical capacity, rowing kinematics and rowing performance. *Sports Biomech* 2004;3:221-235.
2. **Bell G, Petersen S.R, Quinney A.H, Wenger H.A** The effect of velocity-specific strength training on peak torque and anaerobic rowing power. *J Sports Science* 1989;7:205-214.
3. **Bell G, Petersen S, Wessel J, Bagnall, K., and Quinney, H.** Physiological adaptations to concurrent endurance and low velocity resistance training. *Int J Sports Med* 1991b;12:384-390.
4. **Bell G, Syrotuik D.G, Attwood K and Quinney H.A.** Maintenance of Strength Gains While Performing Endurance Training in Oarswomen. *J Appl Phys* 1993;18:1:104-115.
5. **Bell G, Petersen S, Quinney A, Wenger H.** The effect of velocity-specific strength training on peak torque and anaerobic rowing power. *J Sports Sciences* 1993;7:205-214.
6. **Bell G, Attwood D, Syrotuik and Quinney, H.A.** Comparison of the physiological adaptations to high vs. low stroke rate training in rowers. *Sport Med Training and Rehab* 1997;8(2):113-122.
7. **Bell G, Gillies E.** The relationship of physical and physiological parameters to 2000 m simulated rowing performance. *Sports Med Training and Rehab* 2000;9:277-288.

8. **Beneke R.** Anaerobic threshold, individual anaerobic threshold and maximal lactate steady state in rowing. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:863-867.
9. **Bishop, D., Jenkins, D.G. and Mackinnon, L.T.** The relationship between plasma lactate parameters, W_{peak} and 1-h cycling performance in women. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:1270-1275.
10. **Boland, A.L. Hosea T.M.** Rowing and sculling in the older athlete. *Clin Sports Med* 1991;10:245-256.
11. **Bourgeois J, Claessens A.L, Vrijens J, Philippaerts R, van Renterghem B, Thomis M, Janssens M, Loos R, Lefevre J.** Anthropometric characteristics of elite male junior rowers. *Br J Sports Med* 2000;34:213-217.
12. **Boutellier U, Buchel R, Kundert A, Spengler C.** The respiratory system as an exercise limiting factor in normal trained subjects. *Eur J Appl Physiol* 1992;65:347-353.
13. **Boutieller U, Piwko P.** The respiratory system as an exercise limiting factor in normal sedentary subjects. *Eur J Appl Physiol* 1992;64:145-152.
14. **Carter J.E.L.** Body composition of athletes. In *Physical Structure of Olympic Athletes* 1982;17-116
15. **Cosgrove, M. J., Wilson, J., Watt, D. & Grant, S. F.** The relationship between selected physiological variables of rowers and rowing performance as determined by a 2000m ergometer test, *J Sports Sci* 1999;17:845-852.
16. **Deming, L., Wang, Q. & Wang, Y.** A biomechanical study of rowing techniques, *Sports Sci (Beijing)* 1992;12:1:75-79.
17. **Diprampero P. E, Ceretelli P, Cortili G, Celetano F.** Physiological aspects of rowing. *J Appl Physiol* 1971;31:853-857.

18. **Fiskerstrand A, Seiler K.** Training and performance characteristics among Norwegian international rowers 1970-2001. *Scand J Med Sci Sports* 2004;303-310.
19. **Hagerman F, Connors M, Gault J, Hagermann G, Polinski W.** Energy expenditure during simulated rowing. *J Appl Phys* 1983;45:87.
20. **Hagerman FC, Staron RS, Murray TF, Hikida RS, Grant S.** A comparison of the effects of traditional and non-traditional resistance training programs on rowing performance and muscle metabolism. *Sport Medicine Symposium, USRA Los Angeles* 1992.
21. **Hagerman F.C.** Physiology of competitive rowing (edited by William E. Garrett, Jr., Donald T. Kirkendall). *Exerc Sport Sci* 2000;843-872.
22. **Hartmann U, Mader A.** Rowing Physiology. *Rowing Faster* 2005;9-2.
23. **Ingham S, Carter H, Whyte G.P and Doust J.H.** Physiological and Performance Effects of Low- versus Mixed – Intensity Rowing Training. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40(3):579-84.
24. **Jürimäe J., Mäestu J., Jürimäe T., Pihl E.** Relationship between rowing performance and different metabolic parameters in male rowers. *Med Sport* 1999;52:119-26.
25. **Jürimäe J, Mäestu J, Jürimäe T, Pihl E.** Prediction of rowing performance on single sculls from metabolic and anthropometric variables. *J Hum Mov Sciences* 2000;38:123-136.
26. **Jürimäe J, Mäestu J, Jürimäe T.** Blood lactate response to exercise and rowing performance: Relationships in competitive rowers. *J Hum Mov Stud* 2001;41:287-300.

27. **Jürimäe J, Mäestu J, Purge P, Jürimäe T, Soot T.** Relations among heavy training stress, mood state and performance for male junior rowers. *Percept Mot Skills* 2002;95:520-6.
28. **Jürimäe J, Mäestu J, Jürimäe T.** Biological basis of rowing. In: Secher N & Volianitis S (eds) *Rowing. IOC Handbook of Sports Medicine and Science*. Blackwell Publishing, UK, 2006.
29. **Jürimäe J, Hofmann P, Jurimäe T, Palm R, Mäestu J, Purge P, Sudi K, Rom K and von Duvillard S.P.** Plasma ghrelin responses to acute sculling exercises in elite male rowers. *Eur J Appl Phys* 2007;99:467-474.
30. **Kellmann M, Altenburg D, Lormes W, Steinacker J.** Assessing stress and recovery during preparation for World Championships in rowing.– *Sport Psychol* 2001;15:151–167.
31. **Körner T.** Background and Experience With Long-Term Build-up Programmes for High Performance Rowers. *FISA-Coach* 1993;49(3):1-6.
32. **Lehmann M, Wieland H, Gastmann U.** Influence of an unaccustomed increase in training volume vs intensity on performance, hematological and blood-chemical parameters in distance runners. *J Sports Med Phys Fitness* 1997;37:110-6.
33. **Loko J.** Sporditeooria. Tartu: Tartu Ülikooli kirjastus 1996;201 – 212.
34. **Lormes W, Debatin H.J, Grünert-Fuchs M, Müller T, Steinacker J.M, Stauch M.** Anaerobic rowing ergometer tests: Test design, application and interpretation. *Advances in Ergometry* 1991;477-482.
35. **McNeely, E.** Designing your training plan. *Rowing Faster*. Champaign: Human Kinetics 2005b;99–110.

36. **McConnell A.K, Romer L.M.** Respiratory muscle training in healthy humans: resolving the controversy. *Int J Sports Med* 2004;25:284-293.
37. **Mäestu J, Jürimäe J, Jürimäe T.** Prediction of rowing performance from selected physiological variables. Differences between lightweight and open class rowers. *Med Sport* 2000;53:247-254.
38. **Mäestu, J., Jürimäe, J., & Jürimaäe, T.** Hormonal reactions during heavy training stress and following tapering in highly trained male rowers. *Horm and Metab Research* 2003;35:109 –113.
39. **Mäestu J, Jürimäe J, Jürimäe T.** Monitoring performance and training in rowing. *Int J Sports Med* 2005;35:597-617.
40. **Russell A, le Rossignol P, Sparrow W.** Prediction of elite schoolboy 2000-m rowing ergometer performance from metabolic, anthropometric and strength variables. *J Sports Sci* 1998;16:749 – 54.
41. **Rusko H.** Cross Country Skiing. *Handbook of Sports Medicine and Science.* Massachusetts: Blackwell Science 2003.
42. **Nielsen, T., Daigneault, T., Smith, M.** Intermediate Rowing Methodology. FISA, Lausanne 2002;68-76
43. **Rodriquez R, Rodriquez R, Cook S, Ssandbom PM.** Electromyographic analysis of rowing stroke biomechanics. *J sports Med Phys Fitness.* 1990;30:103-108.
44. **Roth W, Hasart E, Wolf W.** Untersuchungen zur Dynamic der energiebereitstellung während maximaler Mittelzeitausdauerbelastung. *Med Sport.* 1983;23:107-14.

45. **Rämson R, Jürimae J, Jürimae T, Mäestu J.** The influence of increased training volume on cytokines and ghrelin concentration in college level male rowers, *Eur. J. Appl. Physiol* 2008;104:839-846.
46. **Secher H, Espersen M, Binkhorst RA, Andersen PA, Rube N.** Aerobic power at the onset of maximal exercise. *Scand J Sports Sci* 1982;4:12-16.
47. **Secher N. H, Vaage O, Jensen K, Jackson, C.** Maximum aerobic power in oarsmen. *Eur J Appl Physiol* 1983;51:155-162.
48. **Secher H.** The physiology of rowing. *Sports Med* 1993;15:23-53.
49. **Smith, R. M. & Spinks, W. L.** Discriminant analysis of biomechanical differences between novice, good and elite rowers, *J Sports Sci* 1995;13:377-385
50. **Stein, T. P., Settle, R. G., Howard, K. E. & Diamond, C. E.** Protein turnover and physical fitness in man, *Bioch Med* 1983;29:2:07-213
51. **Steinacker M** .Physiological aspects of rowing. *International J Sports Med* 1993;1:3-1.
52. **Steinacker J, Both M, Whipp B.** Pulmonary mechanics and entrainment of respiration and stroke rate during rowing. *Int J of Sports Med* 1998;14:S15-S19.
53. **Shepard, R. J.** Science and medicine of rowing: a review. *J Sports Sci* 1998;16:7:603-620.
54. **Weston A, Myburgh K, Lindsay F, Dennis S, Noakes T, Hawley J.** Skeletal muscle buffering capacity and endurance performance after highintensity training by well-trained cyclists. *Eur J Appl Physiol* 1997;75:7-13.

The effect of low intensity non-specific and specific strength endurance training on submaximal rowing performance

9. SUMMARY

Information on previous studies of the effects of low intensity non-specific and specific strength endurance trainings is not known. It could be assumed that by substantial low intensity, high volume strength training it is possible to avoid affecting the fast twitch muscle fibres and concentrate the main training effect on slow twitch fibers. While according to available literature it is not possible to conclude whether such low intensity has any training effect.

The aim of this thesis was to investigate and compare the effect of low intensity (40-60 repetitions) non-specific and specific strength endurance training on rowers' submaximal rowing performance. According to the objective, the measurements included the anthropometric parameters of participating rowers, the maximal oxygen consumption and maximal aerobic power ($P_{a_{max}}$) and comparing participants' performance on constant 95 % $P_{a_{max}}$ work before and after 4-week low intensity specific or non-specific training cycle. The hypothesis about the low intensity non-specific and specific strength endurance training suggested that specific training improves performance on 95 % $P_{a_{max}}$ work more than non-specific training.

The study was conducted in Estonia with 12 male national and international level competing rowers. Two groups of 6 participants was formed: 1) specific group, executing low intensity strength endurance trainings in the gym without ergometer and; 2) non-specific group, executing low intensity strength endurance trainings with rowing ergometer. The participants were tested before and after 4-week training cycle on constant 95 % $P_{a_{max}}$ ergometer session until exhaustion. During the session their time, average power, stroke rate per minute and distance was registered.

The results indicated that non-specific strength endurance training has stronger effect on rowers' submaximal performance compared to specific strength endurance training.

TARTU ÜLIKOOL
Spordipedagoogika ja treeninguõpetuse instituut

Elar Jaakson

**Madala intensiivsusega mittespetsiifilise ja spetsiifilise
jõuvastupidavustreeningu mõju sõudja sooritusvõimele
submaksimaalsel koormusel**

Magistritöö

Kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Juhendaja: Jarek Mäestu, PhD

Tartu 2012

SISUKORD

1. SISSEJUHATUS	3
2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	5
2.1 Akadeemilise sõudmise füsioloogiline iseloomustus	5
2.2 Jõud ja jõuvõimed akadeemilises sõudmises.....	12
2.3 Treeningute ülesehitus akadeemilises sõudmises	14
3. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED.....	19
4. TÖÖ METOODIKA.....	20
4.1 Vaatlusalused	20
4.2 Uuringu ülesehitus	20
4.3 Kasvavate koormustega test sõudeergomeetril.....	23
4.4 Submaksimaalse intensiivsusega testid	24
4.5 Statistiline analüüs	25
5. TÖÖ TULEMUSED	26
6. TÖÖ ARUTELU.....	29
7. JÄRELDUSED	34
8. KASUTATUD KIRJANDUS.....	35
9. SUMMARY.....	41

1. SISSEJUHATUS

Akadeemiline sõudmine on suhteliselt intensiivne jõuvastupidavusala, mis on seotud kestva lihastööga. 2000 meetri võistlusdistsantsi läbimisele kulutavad sõudjad tavaliselt 5-7 minutit. Distsantsi läbimise aeg sõltub olulisel määral nii paadiklassist kui ka ilmastikuoludest. Stardihetkel ja sellele järgnevatel tõmmetel on mõõdetud maksimaalseks jõuks aerulabale 1200 W, seevatu distantsil sooritavad sõudjad tõmbeid keskmiselt 450 – 550 W võimsusega (Steinacker, 1993). Oma olemuselt on sõudmine suhteliselt unikaalne spordiala, sest treenitud sõudjad kasutavad liikumisel suuremat lihasjõudu kui teised vastupidavusalade sportlased. Samas on lihaskontraktsioon sõudmisel võrdlemisi aeglane, ulatudes 38-42 kontraktsioonini minutis (Steinacker, 1993). Võistluse jooksul kasutatakse ATP resünteeksiks keskmiselt 70% ulatuses aeroobseid ja 30% ulatuses anaeroobseid energiatootmismehhanisme. Sealjuures on anaeroobsed energiatootmismehhanismid keskeltläbi 10% ulatuses alaktaatsed ja 20% ulatuses laktaatsed (Hagerman jt., 1983). Seega sõltub sõudja võistlustulemus aeroobsest vastupidavusest, kuna anaeroobse laktaatse energia tagavara ammendumiseks maksimaalsel koormamisel piisab ainult 1,5 kuni 2 minutist (Mäestu jt., 2005; Steinacker, 1993). Sõudmise kui protsessi ajal omab töötavates lihastes suurt rolli aeglase ja kiirete lihaste vahekord. Tippiasemel sõudjatel on leitud umbes 70-80 protsenti aeglaseid lihaskiude reie nelipealihases ja nende tähtsus 2000 meetri võistlusdistsantsi kõrgel tasemel läbimiseks on 85 – 90 protsenti (Körner, 1993). Sõudmine on unikaalne spordiala selle poolest, et mitte ükski teine spordiala ei nõua samaaegselt nii head aeroobset võimekust ja kõrgele arendatud jõuvõimeid (Hartmann, 2005). Kõrge korrelatiivne seos lihasmassi ja 2000 meetri ühepaadi võistlustulemuse vahel on tuvastatud ka uuringutes (Cosgrove jt., 1999; Jürimäe jt., 2000).

Füsioloogilisest aspektist vaadates on vastupidavuse ja maksimaaljõu ning võimsuse treeningud olemuslikult vägagi erinevad. Vastupidavustreeningu ajal toimub lihastes tuhandeid kontraktsioone suhteliselt madala intensiivsusega, samas jõudu ja võimsust treenides toimuvad vähesed kontraktsioonid maksimaalse või sellelähedase jõu tasemel (Bell jt., 1997). Madalal intensiivsusel tehtav jõuvastupidavustreening ja ka võimsustreening peaksid tagama selle, et treeninguefekt oleks suunatud põhiliselt

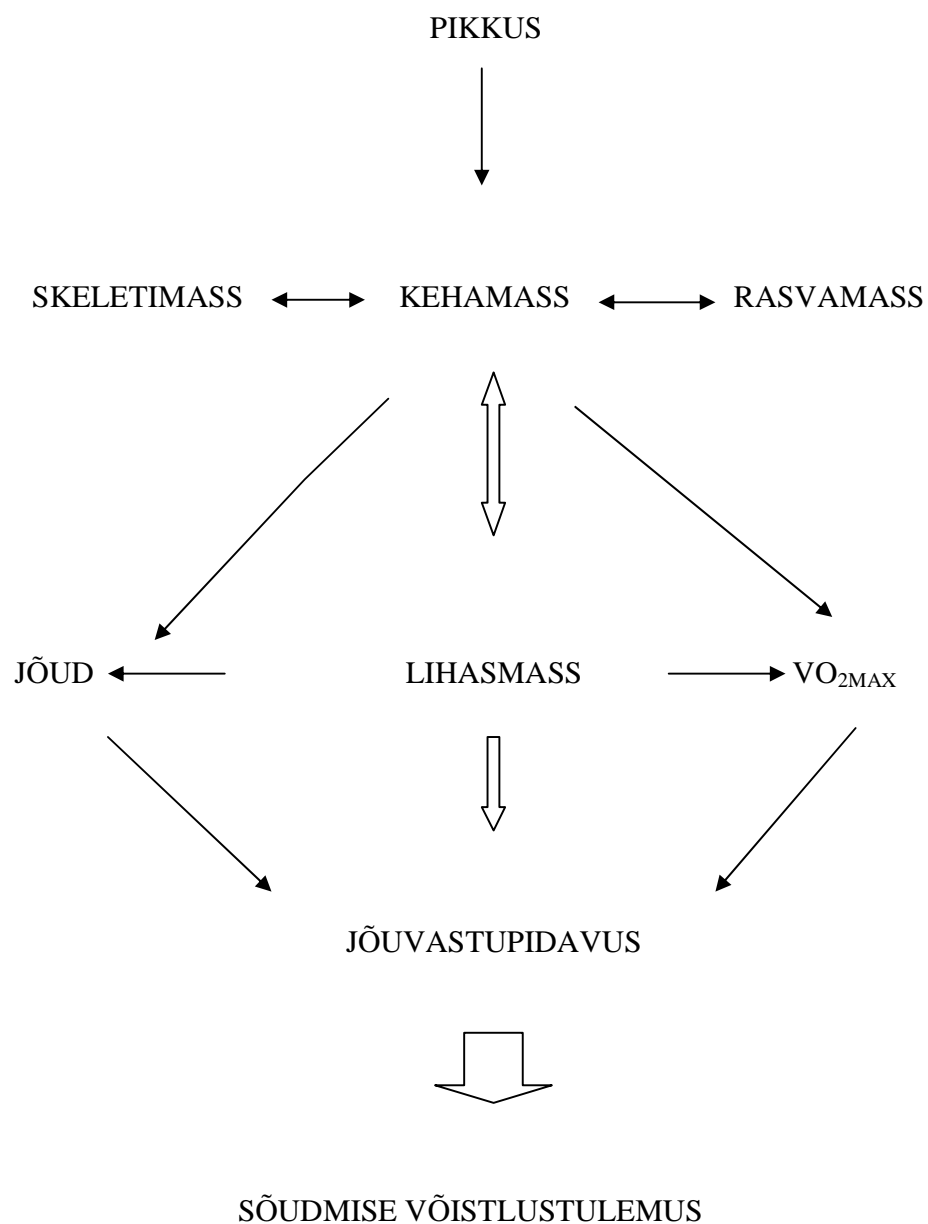
aeglastele, mitte kiiretele lihaskiududele (Steinacker jt., 1998). Suuremate treeningintensiivsuste kasutamine suurendab treeninguefekti aga kiiretele lihaskiududele, mis kontrahheerudes kasutavad rohkem anaeroobseid energiatootmise mehhanisme ning produtseerivad seetõttu rohkem laktaati, mis viib kiirema väsimuse tekkeni ning töövõime languseni. Seega peaks ka sõudja erialane treening olema suunatud eelkõige aeglaste lihaskiudude jõuvõimete treenimisele. Vastupidise toimega on aga klassikaliste jõuvastupidavustreeningute mõju, kasutades kordusi 15-20, mis on pigem suunatud kiiretele lihaskiududele (Bell jt., 1993). Steinacker jt (1998) leidsid, et võimsustreening madalate raskustega kutsub esile laktaadi kontsentratsiooni veres $5,00 \pm 1,17$ mmol/L ja võimsustreening kõrgete raskustega $6,35 \pm 1,71$ mmol/L. Hagerman jt (1992) leidsid, et "traditsiooniline" (8-10 kordust) jõutreening kombineerituna ergomeetritreeninguga muutis küll lihaskiudude kompositsiooni IIB tüübilt IIA tüübile, kuid see ei toonud kaasa muutusi 2000 meetri pikkuse distantsti läbimise töövõimes sõudeergomeetril. Samuti jäi muutumatuks aeglaste lihaskiudude hulk reie nelipealihases. Lisaks on uuringud näidanud, et jõuvõimete (maksimaaljõud ja võimsus) arendamine jõusaalis ei taga veel spordialaspetsiifilise töövõime kasvu, vaatamata kõrgele jõunäitajatele või muutunud lihase kompositsioonile (Bell jt., 1993).

Hetkel puuduvad kirjanduses andmed kuival maal, madala intensiivsusega mittespetsiifilise ja spetsiifilise (40-60 kordust) jõuvastupidavuse arendamise pikemaajalisest mõjust organismile. Võib eeldada, et sooritades jõusaalis suuremahulist madala intensiivsusega tööd, on võimalik vältida treeningu efekti kandumist kiiretele lihaskiududele. Samas olemasolevale kirjandusele toetudes ei ole võimalik öelda, kas selline madal intensiivsus üldse treenivat efekti omab. Magistritöö eesmärk on uurida, milline on mittespetsiifilise jõuvastupidavustreeningu mõju sõudja submaksimaalsele töövõimele.

2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

2.1 Akadeemilise sõudmise füsioloogiline iseloomustus

Akadeemiline sõudmine on tsükliline spordiala, kus jalad, käed ja kere töötavad sünkroniseeritult. Sõudja istub paadis, selg sõidusuunas ja surub jalgadega jalatoele ja piltlikult öeldes, tõukab paati endast eemale. Lihtsustatult öeldes tuleb sõudjal jalgade jõud kanda võimalikult efektiivselt üle aerudele, mis paati edasi viivad (Barrett ja Manning, 2004). Sõudja rahvuvaheline edu on seotud jõuga, mida rakendatakse aeru taha, keskendumisvõimest tõmbe ajal ning aeru sujuvast liikumisest tõmbetsüklite jooksul. (Deming jt., 1992, Smith ja Spinks, 1995). Klassikalise 2000-meetrise võistlusdistsantsi läbimisel tuleb sõudjatel sooritada üle 200 tõmbe ning maksimaalne võimsus ühes tõmbes võib ületada 1200 W (Steinacker, 1993). Seega on füsioloogilisest ja biomehaanilisest aspektist lähtudes kehalistelt parameetritelt pikal ja suuremal sõudjal paremad eeldused paati kiiresti edasi liigutada kui seda on väiksemal sõudjal (Steinacker jt., 1983). Uuringutes on tuvastatud, et aastate jooksul on suurenenud rahvusvahelistel regattidel osalenud sõudjate keha pikkus ja keha mass (Bourgois jt., 2000; Carter, 1982) ning, et keha massi suurenemine on toimunud põhiliselt lihasmassi suurenemise arvelt. On leitud, et sõudjate keha rasvaprotsent on suurem võrreldes teiste vastupidavusalade sportlastega (Jürimäe jt., 2000; Mäestu jt., 2000; Russell jt., 1998). Selle üheks põhjuseks on kehakaalu toetus ja tõmbesse rakendamine paadis. Kuna sõudmises osaleb 70% kõigist skeletilihastest, siis oleks hea, kui sõudja kogu keha massist moodustaks võimalikult suure osa lihasmass (joonis 1).



Joonis 1. Keha suuruse ja võistlustulemuse vaheline seos sõudjatel (Jürimäe jt., 2006 järgi).

Klassikalise 2000 meetri pikkuse sõudedistantsi edukas läbimine esitab sõudjale väga kõrgeid energeetilisi nõudmisi. Maksimaalselt on töösse rakendunud nii anaeroobne alaktaatne, laktaatne kui ka aeroobsed energiatootmismehhanismid (Di Prampero jt., 1971; Steinacker, 1993). Erinevate uuringute tulemuste põhjal võib väita, et aeroobne energiatootmismehhanism on üks peamisi ja olulisemaid energiaallikaid sõudjatele (Tabel 1). Anaeroobsed energiatootmismehhanismid jagunevad: 1) kreatiinfosfokinaasne ja 2) glükolüütiline fosforüülimine. Kreatiinfosfokinaasne mehhanism kindlustab ATP väga kiire taastootmise kreatiinfosfaadi varude abil. Energeetiline mahtuvus on väike ja seda jätkub ainult 6 kuni 10 sekundiks. Glükolüütilise mehhanismi aluseks on ATP taastootmine glükogeeni ja glükoosi anaeroobse lagundamise teel, millega kaasneb laktaadi tekkimine lihastes, kust see difundeerub verre ning põhjustab vere Ph taseme languse ning töövõime alanemise (Hartmann ja Mader, 2005). Anaeroobne võimsus on sõudjatele oluline 2000 meetri distantsil stardist väljumisel ning finišispurti sooritades (Secher jt., 1982). Võistluse, mis kestab 6 kuni 7 minutit, ajal toodab hästi treenitud sõudja liikumisaparaat aeroobseid energiatootmismehhanisme kasutades 80-85 protsenti energiat, anaeroobne laktaatne süsteem 11-15 protsenti ja anaeroobne alaktaatne süsteem umbes 5-9 protsenti energiat. Uuringutes on leitud, et nii anaeroobne alaktaatne töövõime, kui ka anaeroobne laktaatne töövõime on usutavalt seotud 2000 meetri võistlustulemusega sõudmises (Jürimäe jt., 1999; Jürimäe jt., 2000; Russell jt., 1998). Samuti leidsid Bell jt (2000), et erinevad jõunäitajad olid usutavalt seotud 2000 meetri ergomeetri võistlustulemusega meestel, aga mitte naistel. Autorid seletasid seda sellega, et meestel olid naistega võrreldes kõrgemad jõunäitajad suhtes kehakaaluga (Bell jt., 2000). See näitab, et ka treeningutel tuleb nende võimekuste arengule tähelepanu pöörata. Siiski tuleb silmas pidada, et anaeroobset töövõimet ei tohi arendada üle kriitilise piiri (Steinacker, 1993), vaid proportsionaalselt õiges vahekorras aeroobsete energiatootmismehhanismidega.

Tabel 1. Erinevates uuringutes leitud aeroobsete ja anaeroobsete energiatootmismehhanismide osakaal 2000 meetri võistlusdistsantsi läbimisel.

Uuringud	Uuritavate arv	Aeroobse töö osakaal (%)	Anaeroobse töö osakaal (%)
Russell jt., (1998)	19	84	16
Hagerman jt., (1978)	310	70	30
Hartmann (1987)	17	82	18
Mickelson ja Hagerman (1982)	25	72	28
Roth jt., (1983)	10	67	33
Secher jt., (1982)	7	70 – 86	14 – 30
Messonnier jt., (1997)	13	86	14

Tabelis 1 esitatud andmed näitavad selgelt, et sõudja võistlustulemus 2000 meetri distantsil sõltub peamiselt aeroobsest vastupidavusest, kuna anaeroobsest energiast piisab efektiivseks kasutamiseks ainult 1,5- 2,0 minutiks (Steinacker 1993). Seega oleks oluline ka treeningutel arendada eelkõige aeglaste lihaskiudude jõunäitajaid. Aeroobsel treeningul suureneb aeglastes lihaskiududes mitokondrite arv ja paraneb kapillaaride tihedus, mis võimaldab organismil toota rohkem energiat hapniku juuresolekul (Hartmann ja Mader, 2005). Lihaskontraktsioon sõudmise käigus on aeglane, ulatudes maksimaalselt umbes 40-45 kontraktsioonini minutis. Akadeemilist sõudmist silmas pidades on oluline töötavates lihastes olevate aeglaste ja kiirete lihaste vahekord. On leitud, et edukamatel sõudjatel on aeglaste lihaskiudude protsent võrreldes vähemedukate sõudjatega kõrgem (Tabel 2).

Tabel 2. Erinevate lihaskiudude osakaal m. vastus lateralis kõrges ja keskmises tasemega meessõudjatel (Roth jt., 1983).

Lihaskiu tüüp	Kõrge tasemega sõudjad (n=24)	Keskmise tasemega sõudjad (n=28)
ST	76,2±5,8%	66,1±9,5%*
FT	23,8±5,8%	33,9±9,5%*
FTO	3,8±0,7%	11,8±3,0%*
FTG	20,0±5,7%	24,5±6,0%*

ST- aeglased kiud

FT- kiired lihaskiud

FTO- kiired oksüdatiiv- glükolüütilised lihaskiud

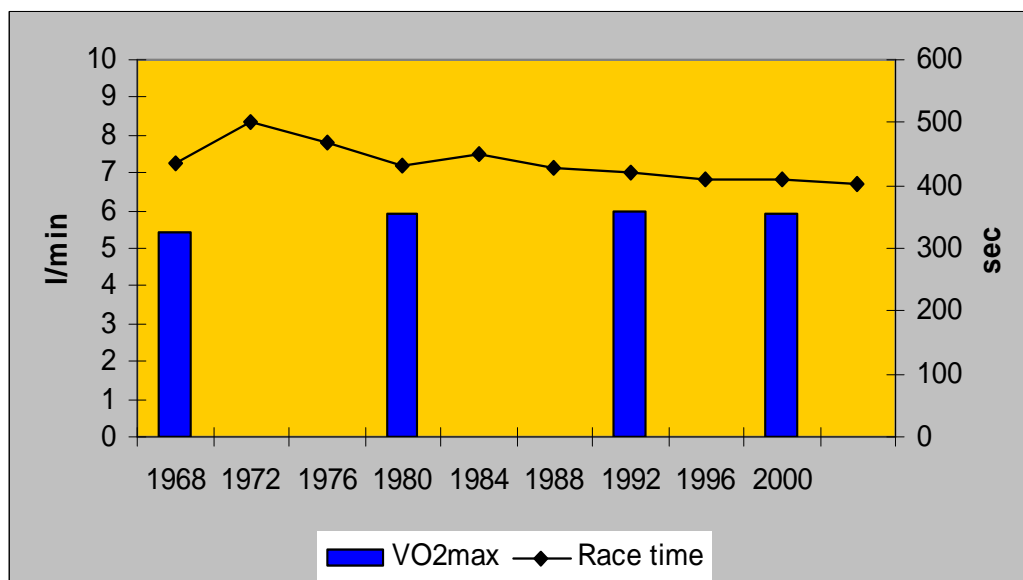
FTG – kiired glükolüütilised lihaskiud

* Statistiliselt usutavalt erinev kõrge tasemega sõudjatest; $p < 0,05$

Erinevates uuringutes on leitud, et maksimaalne hapniku tarbimise võime sõltub aeglase lihaskiudude hulgast ja anaeroobse läve tasemest (Mäestu jt., 2005; Shephard, 1998; Secher jt., 1983; Steinacker, 1993). Maailma tippsõudjatel on leitud keskmiseks maksimaalseks hapnikutarbimiseks 6.0 – 6.6 L/min (Secher, 1993). Samas maksimaalse hapniku tarbimise väärtused sõudjatel ei ole viimase 10-15 aasta jooksul oluliselt muutunud (Jürimäe jt., 2007). Suhteline hapnikutarbimine, väljendatuna kilogrammides kehakaalu suhtes, on sõudjatel madalam võrreldes teiste vastupidavusaladega tegelejatega, sest sõudjaid iseloomustab suhteliselt suur keha mass (Shephard, 1998). On huvitav märkida, et sõudjad, kelle kehamass ulatub 85-100 kilogrammini, saavutavad maksimaalse hapnikutarbimise keskmiseks väärtuseks 72 – 78 ml/min/kg, mis on ainult 10 ml/min/kg väiksem kui parimatel jooksjatel ja suusatajatel, kes on tavaliselt keskmiselt 15-25 kilogrammi kergemad (Secher jt., 1982; Steinacker, 1993; Hagerman, 2000). Erinevalt normaalkaalu sõudjatest on kergekaalu sõudjatel suhtelised hapnikutarbimise näitajad kõrgemad ja ulatuvad 75 ml/min/kg (Shephard, 1998). Võrdluseks võib tuua suusatajate hapnikutarbimise võime ühe kilogrammi kehamassi kohta, mis on üle 80 ml/min/kg (Rusko, 2003). Siiski tuleb silmas pidada, et absoluutse

ja suhtelise maksimaalse hapniku tarbimise näitajate määramine ei oma tippsõudjatel võistlustulemuse prognoosimisel väga suurt väärtust (Steinacker, 1998). Tippsõudjatel on olulisem võistlustulemuse määramisel keskmise hapnikutarbimise näit, mida sõudja suudab hoida võistlusdistsantsi jooksul (Hagerman, 2000; Jürimäe jt., 2007). Distsantsi kestel muutuvad maksimaalse hapnikutarbimise näidud vähe (Hartmann ja Mader, 2005), ulatudes umbes 95% maksimaalsest hapniku tarbimisest (Cosgrove jt., 1999). Keskmise hapnikutarbimise määramiseks distantsil jäetakse analüüsist välja esimese ja viimase minuti näidud, kuna neil ajaperioodidel on suur osakaal anaeroobsetel energiatootmismehhanismidel (Hagerman, 2000). Selliselt määratud keskmised hapniku tarbimise väärtused on tunduvalt olulisemad sõudja võistlustulemuse prognoosimisel võrreldes “klassikalise” maksimaalse hapnikutarbimise väärtusega.

Samuti kui vaadata viimaste aastakümnete tulemusi rahvusvahelistelt sõudevõistlustelt, siis on märgata, et paadi kiirused on suurenenud, samas kui maksimaalse hapnikutarbimise väärtused oluliselt muutunud ei ole (Joonis 2).



Joonis 2. Tippvõistlustel saavutatud keskmised hapnikutarbimise väärtused ja distantsi läbimiseks kulunud aeg ühepaatidel (Jürimäe jt., 2007).

Üheks väga informatiivseks parameetriks, mis iseloomustab sõudja töövõimet, on anaeroobne lävi (Beneke, 1995; Shepard, 1998; Steinacker, 1993). Anaeroobne lävi on suurim konstantne intensiivsus (võimsus, liikumiskiirus), mille korral laktaadi produktsioon lihases ja eliminatsioon on võrdsed ning mille korral energiat saadakse oksüdatiivsete protsesside arvelt (Bishop jt., 1998). Edukatel sõudjatel on 4 mmol/l anaeroobne lävi 75- 85 protsenti maksimaalsest aeroobsest võimekusest (Steinacker, 1993; Secher, 1993). Sportlase treenituse kasvades maksimaalse laktaadi väärtused langevad anaeroobse läve tõusmisel, mis näitab sportlase vastupidavuse ja töö ökonoomsuse suurenemist. (Steinacker, 1993) Samas tuleb arvestada, et koos aeroobse võimsuse suurenemisega väheneb maksimaalne laktaadi kontsentratsioon veres väiksema glükolüütilise võimsuse tõttu, mistõttu on anaeroobne lävi heaks näitajaks vastupidavustreeningu monitooringul aastases treeningtsükli (Hagerman, 2000). Anaeroobse läve määramisel tuleks aga arvesse võtta, et erinevad testimise meetodid annavad üsnagi erinevaid tulemusi. Näiteks Jürimäe jt. (2001) võrdlesid kirjanduses pakutavaid erinevate vere laktaadipõhiste anaeroobsete lävede määramise meetodeid sõudmises ja leidsid, et LT_{\log} (logaritm laktaadi väärtusest vs. logaritm töö intensiivsuse väärtusest) meetod iseloomustab kõige paremini sõudja maksimaalset töövõimet 2000 meetri sõudeergomeetri distantsil. Vastava meetodi puhul leiti anaeroobse läve tasemeks keskmisel 3,7 mmol/l, mis on veidi madalam kui kirjanduses sagedasti kasutusel olev 4 mmol/l tase (Steinacker, 1993). Anaeroobse läve määramisel tuleks aga pigem võtta arvesse individuaalset laktaadi produktsiooni ja elimineerimise võimet, mis määrab täpsemini maksimaalset laktaadi püsiseisundit (Beneke, 1995). Sõudjate treeningute ülesehitusel on oluline määrata ülalpool ja allpool anaeroobset läve olevate treeningute maht selleks, et tagada positiivne treeningu efekt eelkõige aeglaste lihaskiudude arenguks (Steinacker jt., 1998).

2.2 Jõud ja jõuvõimed akadeemilises sõudmises

Kuival maal tehtavatest treeningutest on ühtedeks kõige olulisemateks treeninguteks sõudja jaoks erinevad jõuvõimete arendamiseks suunatud treeningud. Oma olemuselt jaotuvad jõuvõimed viite gruppi (Loko, 1996).

Maksimaaljõud - arendamiseks kasutatakse peamiselt kahte meetodilist suunda. Esimene suund põhineb mittemaksimaalsete koormuste rakendamisel maksimaalsete korduste arvuga, kus optimaalseks korduste arvuks ühes seerias on 5 – 6 kuni 10 – 15, millele vastab 60-80 protsendiline vastupanu maksimaalsest. Puhkeintervallid seeriade vahel 60-180 sekundit. Jõutreeningute arv mikrotsükliks 2 – 4. Seda meetodit rakendatakse ulatuslikult erinevate spordialade puhul treeningu ettevalmistusperioodil. Teine suund põhineb jõuvõimete süstemaatilisel maksimaalsel mobiliseerimisel, maksimaalse või selle lähedaste raskuste ületamisel, kus vastupanu suuruseks on 90 – 100 protsenti, korduste arv seerias 3 – 5. Enamik harjutusi sooritatakse dünaamilisel režiimil väikese korduste arvu ja maksimaalse vastupanuga.

Kiire jõud – eristatakse kahte liigutuste gruppi, mis nõuavad kiiret jõudu: 1) liigutused, kus peamist osa etendab ümberpaiknemise kiirus suhteliselt väikese vastupanu tingimustes. Siia gruppi kuuluvad tegevused, mis on seotud kiire reageerimisega välissignaalile, üksiku kiire liigutuse sooritamisega ja kordusliigutuste sagedusega.

2) liigutused, kus tööefekt on seotud liigutuspinge kiire arendamisega märkimisväärse vastupanu tingimustes. Seda gruppi iseloomustatakse lihaspinge tüübi järgi: plahvatuslik isomeetiline pinge (vajadus arendada kiiresti maksimaaljõudu), plahvatuslik ballistiline pinge (kiire väikese vastupanu ületamine), plahvatuslik reaktiiv – ballistiline pinge (peamine tööpinge areneb kohe pärast eelnevat lihaste väljavenitamist)

Plahvatuslik jõud – lihaste võime arendada liigutuse alustamisel kiiret tööpinget ja selle suurendamist liigutuste käigus. Vastupanu suurus olenevalt spordiala spetsiifikast kõigub 20 – 30 kuni 90 – 100 protsendini maksimaalsest.

Jõuvastupidavus – esineb kahe vormina: dünaamiline ja staatiline. Dünaamiline jõuvastupidavus on omane tsüklilistele aladele, kus jõupinged korduvad igas tsükli ning atsüklilistele harjutustele, mida sooritatakse puhkepausi järel. Staatiline jõuvastupidavus on omane spordialale, kus liigutustegevus on seotud vajadusega hoida kindla suuruse ja

kestusega lihaspinget. Sõltuvalt tööst osa võtvate lihaste hulgast eristatakse üldist ja lokaalset jõuvastupidavust. Üldine jõuvastupidavus on omane sellisele liigutustegevusele, millest võtab osa suur hulk lihaseid. Lokaalne jõuvastupidavus on omane tegevusele, mis toimub üksiku lihasgrupi osavõtul. See võimaldab kasutada kindla suunitlusega jõuettevalmistuse vahendeid, arendada nende lihasgruppide jõuvastupidavust, mis kannavad põhikoormust spordiliigutuse sooritamisel. Jõuvastupidavuse arendamisel kasutatakse korduvat tööd vastupanuga 25 – 50 % maksimaalsest keskmise tempoga 60 – 120 korda minutis (Loko, 1996)

Harjutuse kestvuse ja 1 KM määratud protsentuaalseid koormusi arvestades on võimalik suunata treeninguid kas maksimaaljõu, võimsuse või vastupidavuse suunas.

Jõud, mida arendatakse sõudmises ühel tõmbel ei ole kõrgem võrreldes teiste vastupidavusliku iseloomuga spordialadega, samas tuleb suurim erinevus sellest, et 2000 meetri sõudedistantsi jooksul on keskmine võimsus sõudmises suurem võrreldes teiste spordialadega. Samuti on sõudmises väga oluline, et igal tõmbel saavutatud jõumaksimum saavutatakse võimalikult ruttu (Bell jt., 1993), seega on sõudjale olulised ka kõrged võimsuse näitajad. Tipptasemel meessõudjad rakendavad esimese 5 tõmbe jooksul 900 kuni 1200 W võimsust. Maksimaalne võimsus saavutatakse stardifaasis esimese 250 meetriga (Hagerman jt., 1992). Mäestu jt (2005) leidsid, et Eesti tippsõudjad säilitavad keskmiselt 420 W võimsust 2000 meetrisel sõudeergomeetri distantstil. Andmed sarnanevad Steinacker (1993) uuringuga kus leiti, et 2000 meetrisel distantstil on edukamad meessõudjad, kes suudavad distantstil säilitada keskmiselt vähemalt 500 W võimsust. Suure võimsuse säilitamine sõudedistantsil on küll oluline, kuid liigne maksimaalne jõud ja võimsus võivad tuua paadi „sujuvas“ liikumises pigem kahju kui kasu, seda eriti veetunnetuse kadumise tõttu. Seetõttu peab jõuvõimete arendamine sõudmises toimuma alati kooskõlastatuna sõudetehnikaga ning proportsionaalselt sobivas vahekorras aeroobsete ja anaeroobsete energiatootmismehhanismidega (Rodriquez jt., 1990). Siin on oluline silmas pidada, et mida kõrgem on sõudja kvalifikatsioon, seda spetsiifilisem peab olema ka tema treening. See tähendab seda, et kui sõudja tahab saavutada paremat tulemust, siis peab enamus treeninguid toimuma paadis. Samas ei ole paljudes kohtades võimalik treenida aasta läbi

vee peal, mis omakorda tähendab seda, et suur osa treeningutest tuleb läbi viia kuival maal, mis seab ka piiranguid jõuvõimete spetsiifilisele arendamisele.

2.3 Treeningute ülesehitus akadeemilises sõudmises

a) Vastupidavustreening

Sõudmises on küllaltki raske uurida spetsiifiliste treeningute mõju organismile, kuna arendada tuleb mitmeid erinevaid võimeid ning sõudja võistlustulemus sõltub komplekselt erinevate võimete tasemest (Steinacker jt., 1998). See võib põhjustada probleeme erinevate võimete treeningute ajastamisega, sest mõned võimed ei ole arendatavad üheaegselt, näiteks maksimaaljõud ja vastupidavus (Mäestu jt., 2005; Steinacker jt., 1998). Sõudjatele on väga tähtis säilitada aeroobsete treeningute juures ka jõuvastupidavuse treeninguid, samas pikas perspektiivis on vajalik mõlema – nii aeroobsete kui jõuvastupidavuse näitajate - areng (Bell jt., 1993). Vastupidavustreening on sõudjate jaoks kõige olulisem tagamaks edu nii klassikalisel 2000 meetri distantstil kui ka erinevate pikkustega regattidel (Mäestu jt., 2005). Ettevalmistusperioodil, mis algab tavaliselt oktoobris, on aeroobsete treeningute osakaal 90 protsenti kogu treeningmahust (Nielsen jt., 2002). Samas McNeely (2005b) leiab, et ettevalmistusperioodil võivad allpool anaeroobset läve tehtavad treeningud moodustada kuni 99% treeningmahust (Tabel 3).

Võistlusperiood algab sõudjatel tavaliselt aprillis ja kulmineerub maailmameistrivõistlustega augusti lõpus või septembri alguses (Nielsen jt., 2002). Võistlusperioodi võib jagada võistluseelseks perioodiks ja vahetuks võistlusperioodiks (McNeely, 2005b). Ka võistlusperioodil on ülekaalus aeroobse suunitlusega treeningud, mis moodustavad treeningute kogumahust 70 protsenti (Hagerman, 2000; Mäestu jt., 2005). Mõned autorid on maininud, et 25 protsenti treeningutest võiksid olla aeroobsed-anaeroobsed, kus vere laktaadi kontsentratsioon oleks 4 kuni 8 mmol/l, ja ülejäänud 5 protsenti anaeroobsed, kus vere laktaadi kontsentratsioon oleks üle 8 mmol/l (Hagerman, 2000). Intensiivsed treeningud üle anaeroobse läve on olulised maksimaalse hapnikutarbimise arendamisel võistlusperioodil, kuid ei tohiks ületada mingil juhul

ületada 10 protsenti kogu treeningmahust. (Lormes jt., 1991) vastasel juhul hakkab liiga palju langema baasvastupidavuse tase.

Tabel 3. Aastase treeningmahu jagunemine 500- tunnise aastamahu korral (McNeely 2005b).

Periood	Perioodi kestus (nädalat)	Aeroobne lävi	Anaeroobne lävi	VO _{2max}	Jõu-treening	Tunde nädalas
Üld-ettevalmistus	12	70 (45%)	20 (20%)	0	25 (33%)	8,75
Spetsiaal-ettevalmistus	12	75 (27%)	35 (35%)	5 (10%)	20 (27%)	11,25
Võistluseelne	12	95 (35%)	25 (25%)	15 (30%)	20 (27%)	13,00
Võistlus	8	35 (13%)	20 (20%)	30 (60%)	10 (3%)	11,90
Ülemineku	8	0	0	0	0	0

Maailmatasemel sõudjad sooritavad enamuse ekstensiivseid ja intensiivseid treeninguid vee peal, mis moodustab 70 – 80 protsenti kogu treeningumahust (Mäestu jt., 2005). Mida kõrgema klassiga on sõudja, seda rohkem peaks ta suurendama spetsiifilisi treeninguid vee peal (Mäestu jt., 2005).

b) Jõutreening

Paljud vastupidavussportlased usuvad, et maksimaaljõutreeningud aitavad neil parandada erialast vastupidavust. Samas on füsioloogilisest aspektist vaadates vastupidavuse ja maksimaaljõu treeningud vägagi erinevad. Vastupidavustreeningu ajal toimub lihastes tuhandeid kontraktsioone suhteliselt madala intensiivsusega, samas jõudu ja võimsust treenides toimuvad ainult mõned kontraktsioonid maksimaalse jõu tasemel. Füsioloogilisest vaatevinklist on võimatu, et lihas suudaks korruga adapteeruda kahe füsioloogiliselt erineva treeninguga, kui seda tehakse pidevalt ja samaaegselt (Bell jt., 1993). Veelgi enam, maksimaaljõutreeningud on suunatud peamiselt kiiretele lihaskiududele, samas kui vastupidavusliku iseloomuga töö sõltub peamiselt aeglastest lihaskiududest (Bell jt., 1993). Seda nägime ka eespool, et mida kõrgem on sõudja tase, seda rohkem esineb tema lihastes

aeglaseid lihaskiude (Tabel 2). Maksimaalse jõu arendamisel tekib lihashüpertroofia ja paraneb lihasesisene koordinaatsioon. Mõlemad nõuavad maksimaalset või sellele väga lähedast lihaskontraktsiooni. Maksimaalse raskusega, kiirus- ja anaeroobseid treeninguid tuleks sooritada eraldi jõuvastupidavuse treeningutest. Jõutreeningul peaks arendama rohkem põhilihaskiude, mida kasutatakse vee peal sõudes (Boland ja Hosea, 1991). On leitud, et ettevalmistusperioodil peaksid sõudjad vähendama madalal tempol sooritatavaid jõuvastupidavust arendavaid treeninguid ja sooritama kiiremaid liigutusi, mis arendavad põhiliselt võimsust (Bell jt., 1991). Sel perioodil on vajalik lasta harjutustel spetsialiseeruda sõudeliigutustele ja säilitada seal juures tempo, mis sarnaneb vee peal tehtavate tõmmete sagedusele aeroobsel treeningul (Hagerman, 2000). Madalal intensiivsusel tehtav jõuvastupidavustreening ja ka võimsustreening peaksid tagama selle, et treeninguefekt oleks suunatud põhiliselt aeglasele, mitte kiirele lihaskiududele (Steinacker jt., 1998). Suuremate treeningintensiivsuste kasutamine suurendab treeninguefekti aga kiirele lihaskiududele, mis aga kontrakheerudes tekitavad rohkem laktaati, mis viib lõpuks kiirema väsimuse tekkeni ning töövõime languseni. Steinacker jt (1998) leidsid, et võimsustreening madalate raskustega kutsus esile laktaadi kontsentratsiooni $5,00 \pm 1,17$ mmol/L ja võimsustreening kõrgete raskustega $6,35 \pm 1,71$ mmol/L. Kahjuks puuduvad siiani laiemapõhjalised ja usaldusväärsed uuringud, mis näitaks, milline on organismi pikemaajaline reaktsioon jõusaalis tehtavatele madala intensiivsusega jõuvastupidavustreeningutele, samas on olemas piisavalt uuringuid erinevate jõuvõimete arendamisest ja säilitamise efektiivsusest sõudjatel. Näiteks, Bell jt (1989) uurisid, kas jõusaali treeningute kiire ja aeglane tempo mõjutab anaeroobset võimekust ja maksimaalset jõudu. 18 ülikooli sõudjast moodustati kolm gruppi. Üks grupp tegi treeninguid võimsusele 18-22 kordust 40 protsenti 1 KM, teine grupp tegi aeglase tempoga maksimaaljõu harjutusi 6-8 kordust ja kolmas tegi ainult vastupidavustreeningud madalal intensiivsusel. Esimese kahe grupi harjutused olid spordiala spetsiifilised ja neid sooritati 4x nädalas 5 nädala jooksul. Resultaadina ei leitud kahe jõusaalitreeningu grupi vahel mitte mingeid erinevusi laktaadi näitades ja võimsuses. Näidud olid paremad hoopis vastupidavustreeningu grupil. Leiti, et jõusaalitreeningud võivad hoopis mõjuda vastupidiselt sõudmisele kui spetsiifilised madala raskuse ja intensiivsusega treeningud. Jõuvõimete säilitamist koos aeroobsete treeningutega uuris Bell jt (1993) keskmise tasemega ülikooli naissõudjatega (n=18). Sõudjad jagati kahte gruppi ja nad tegid läbi 10 nädalase jõutreeninguprogrammi, kus

aeroobseid treeninguid sooritati kaks korda nädalas ja jõusaali kasutati kolm korda nädalas. Pärast 10 nädalast jõutreeninguprogrammi tegi üks grupp 6 nädala jooksul säilitavaid jõutreeninguid kaks korda nädalas ja teine grupp ühe korra nädalas. Mõlemad grupid tegid aeroobseid treeninguid neli korda nädalas. Märgatav areng toimus jalapressi harjutuses mõlemal grupil. Jõunäitude suurenemine toimus samal ajal kui suurenes maksimaalne hapnikutarbimine. Tulemused näitasid, et üldjõu taset saab säilitada koos aeroobsete treeningutega, kui teha jõutreeninguid üks kuni kaks korda nädalas (Bell jt., 1993). Samas hetkel puuduvad kirjanduses andmed, kas jõunäitajad on võimalik säilitada kauem kui kuus nädalat. Bell jt (1997) on oma hilisemates teadustöodes uurinud madala ja kiire sõudmise tempo mõju organismile sõudeergomeetrial. Uuringus osales 13 mees ja 12 naissõudjat, kes jagati kahte gruppi. Üks grupp sõudis sõudeergomeetrial madala tempoga 16- 26 tõmmet minutis ning teine ehk „kõrge tempo“ grupp sõudis treeningutel 26-36 tõmmet minutis. Mõlema grupi puhul hoiti intensiivsust aéroobsel lävel. Samuti tegid mõlemad grupid kaks jõutreeningut nädalas, raskustega 65- 85 protsenti 1 KM ja kordustega 6-10. Kahe grupi treeningprotokollid erinesid ainult tehnika poolest. Madala tempoga grupp rakendas suuremat lihasjõudu tõmbe alguses, mis tähendas suuremat lihaskontraktsiooni ja glükolüütiliste energiatootmismehhanismide rakendamist. Samuti arendas see rohkem kiireid glükolüütilisi ehk II b tüüpi lihaskiude, mis arendavad rohkem lihasjõudu ja produtseerivad intensiivsema kehalise pingutuse ajal hulgaliselt piimhapet ehk laktaati. Üheks positiivseks argumendiks madala tempoga sõudmises võib pidada pikemat taastumisaega uue tõmbetsükli alustamisel. Kõrgema tempoga sõudjate grupis leiti maksimaalse hapnikutarbimise näitude suurenemist. Huvitav fakt oli see, et kõrgema tempoga sõudjad rakendavad väiksemat lihasjõudu igasse tõmbesse ja arendavad rohkem aéroobseid energiatootmismehhanisme kui madalama tempoga sõudjad. Mõlema grupi puhul ei leitud muutusi jõu näitajates. Madala intensiivsusega sõudmist on uurinud ka Ingham jt (2008). Uuringus osales 18 kogenud meessõudjat ja nad jagati kahte erinevasse treeninggruppi. Üks grupp tegi sõudeergomeetrial ainult madalal intensiivsusel treeninguid aéroobsel lävel ja teine grupp 70% treeninguid aéroobsel lävel ja 30% üle anaeroobse läve treeninguid. Erinevalt Bell jt (1998) uuringule leidsid Ingham jt (2008) maksimaalse hapnikutarbimise muutusi mõlemas treeninggrupis. Enne 12 nädalast treeningperioodi oli madala intnesiivsusega treeninggrupis maksimaalne hapnikutarbimine $4,68 \pm 0,45$ l/min ja teises treeninggrupis $4,59 \pm 0,2$. Pärast 12 nädalast treeningperioodi olid andmed vastavalt $5,18 \pm 0,37$ ($p < 0,05$) ja $5,04$

$\pm 0,3$ ($p < 0,05$) Mõlemal treeninggrupil oli näitajate muutumine korrelatiivses seoses 2000 meetrise sõudeergomeetri ditantsi kiiruse paranemisega ($p < 0,05$.)

1970-datel oli sõudjate hulgas väga levinud talvisel ettevalmistusperioodil kasutada maksimaaljõu treeninguid väikeste kordustega, millele järgnevad võistlushooajal kergete raskustega suhteliselt pikkade seeriatega treeningud. Praegusel ajal pooldatakse rohkem lokaalsele lihasele tehtavat vastupidavustööd ja treeningud on rohkem spetsiifilisemad (Fiskerstrand ja Seiler, 2004). Selliselt olid üles ehitatud ka Norra koondislaste treeningud aastatel 1970 – 2001. Selle ajavahemiku jooksul suutsid nad olla rahvusvahelisel areenil 10 korda edukamad kui sellele eelneval perioodil. Samuti suurendati oluliselt just treeningute mahtu ettevalmistaval perioodil. Aastane treeningmaht tõusis 924 tunnilt 1128 tunnile. Talvises ettevalmistusperioodis (oktoober-märts) suurenesid märgatavalt jõuvastupidavuse treeningud. Kui 1970. ja 1980. aastal tehti jõuvastupidavus- treeninguid 10-12 tundi kuus, siis 1990. aastal juba 20 tundi. Need treeningud olid 50 protsendilise raskusega 1 KM ja kordusi tehti maksimaalselt 50. Harjutused olid madala suhteliselt tempoga (Fiskerstrand ja Seiler, 2004).

Arvestades treeningmahtu, mida sõudjad sooritavad ülalpool anaeroobse läve intensiivsust, on oluline teada mittespetsiifilise jõuvastupidavustreeningu mõju ühelt poolt organismile ja teiselt poolt töövõimele tervikuna. Seega peaks jõuvastupidavustreening olema piisavalt madala intensiivsusega, et mitte kergitada vere laktaaditaset oluliselt kõrgemale anaeroobsele lävele vastavast laktaadikontsentratsioonist. Samas puuduvad kirjanduses hetkel uuringud, mille alusel saaks vastuse küsimusele, et kui treeningu intensiivsus on väike, siis kas treeningul üleüldse on mingi efekt töövõimele tervikuna?

3. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Käesoleva magistr töö eesmärgiks oli uurida madala intensiivsusega mittespetsiifilise ja spetsiifilise jõuvastupidavustreeningu mõju sõudja spetsiifilisele sooritusvõimele submaksimaalsel koormusel.

Vastavalt töö eesmärgile püstitati järgmised ülesanded:

1. mõõta vaatlusaluste antropomeetrilised näitajad;
2. määrata vaatlusaluste maksimaalne hapniku tarbimine ja maksimaalne aeroobne võimsus;
3. võrrelda sõudjate sooritusvõimet konstantsel koormusel, 95% maksimaalsest aeroobsest võimsusest, enne ja pärast neljanädalast madala intensiivsusega spetsiifilist ja mittespetsiifilist treeningtsüklit;

Madala intensiivsusega mittespetsiifilise ja spetsiifilise jõuvastupidavustreeningu kohta püstitasime järgmise hüpoteesi:

- spetsiifiline jõuvastupidavustreening parandab sooritusvõimet 95% $P_{a_{max}}$ koormusega tööl rohkem kui mittespetsiifiline treening.

4. TÖÖ METOODIKA

4.1. Vaatlusalused

Antud uuringus osalesid nii Eesti rahvuslikul kui ka rahvusvahelisel tasemel võistlevad hästitreenitud meessõudjad ($n=12$) erinevatest Eesti sõudeklubidest (vanus $21,25 \pm 1,76$ aastat; pikkus $188,3 \pm 4,92$ cm; keha mass $84,07 \pm 5,61$ kg; treeningstaaž $7,38 \pm 2,70$ aastat). Vaatlusalustel ei olnud uuringule eelnevalt ega uuringu käigus terviseega probleeme ja samuti ei tarvitanud nad uuringu ajal ravimeid. Kõiki vaatlusaluseid teavitati uuringu ülesehitusest ja eesmärkidest.

4.2 Uuringu ülesehitus

Uuring viidi läbi sõudjate talvise ettevalmistusperioodi alguses - oktoobrikuu lõpust kuni novembrikuu lõpuni. Selle treeningperioodi jooksul treenivad sõudjad madalal intensiivsusel ja suhteliselt kõrge mahuga (Mäestu jt., 2005). Vaatlusalused jaotati kahte treeninggruppi (Tabel 4). Üks grupp ($n=6$) sooritas madalal intensiivsusel jõuharjutusi sõudeergomeetril (spetsiifiline treeninggrupp - SE) ja teine grupp sooritas jõuvastupidavus treeninguid jõusaalis, kasutamata sõudeergomeetrit ($n=6$) (jõusaali treeninggrupp - JT). Harjutuste iseloom ja treeningumaht olid mõlema treeninggrupi puhul sarnased. Treeningute maht oli esimesel nädalal (Nädal 1) $593,3 \pm 5,66$ minutit, teisel nädalal (Nädal 2) $630,7 \pm 5,61$ minutit, kolmandal nädalal (Nädal 3) $670,4 \pm 6,12$ minutit ja neljandal nädalal (Nädal 4) $586,6 \pm 7,46$ minutit. Mõlemad treeningu grupid sooritasid nelikümmend kaheksa protsenti madala intensiivsusega treeningutest akadeemilises ühepaadis (treeningaeg 90 kuni 120 minutini, südamelöögisagedus 65 – 75 % maksimaalsest SLS-st), 22 protsenti treeninguid sooritati madalal intensiivsusel jalgrattal või joostes ja 30 protsenti treeningutest sooritati jõuvastupidavustreeninguid raskustega 40 % 1KM, intensiivsusega 17 kordust minutis ja kokku 50 kordust. Sõudeergomeetri grupp (SE) sooritas sõudeergomeetril Concept II (Morrisville, USA) harjutusi viimasel ehk kümnendal raskusastmel.

Tabel 4. Vaatlusaluste jagunemine 2 gruppi ja erinevad näitajad (aritmeetiline keskmine \pm SD)

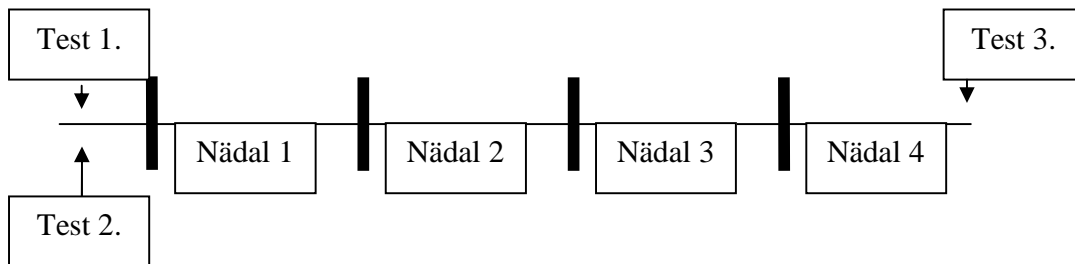
Parameetrid (ühikud)	SE	JT
Kehapikkus (cm)	185,5 \pm 3,3	191,1 \pm 4,7
Kehamass (kg)	82,7 \pm 6,8	85,3 \pm 4,3
Treeningstaaž (aastat)	7,5 \pm 3,0	7,3 \pm 2,6
VO ₂ MAX (l/min)	5,1 \pm 0,58	5,5 \pm 0,33
VO ₂ MAX (w)	348 \pm 38,1	367 \pm 33,6

Kogu uuring kestis kuus nädalat, mis sisaldas nelja nädalast treeningperioodi (Nädalad 1-4) (Joonis 3) Nädal enne treeningperioodi algust mõõdeti vaatlusalustel analüüsiks vajaminevaid andmeid. Treeningperioodi esimesel nädalal oli planeeritud treeningmaht kuni 10 tundi. Treeningmahtu suurendati teisel ja kolmandal nädalal 6,5% individuaalselt igal vaatlusalusel. Sportlased treenisid seitse korda nädalas, mis sisaldas kolme jõusaali ja sõudeergomeetri treeningut ja üks päev oli mõeldud taastumiseks (Pühapäev) (Tabel 5). Treeningmahtu langetati neljandal nädalal kümne tunnini Nelja nädala jooksul toimusid treeningud kindlatel kellaaegadel ja sportlasi jälgisid kogenud treenerid, keda informeeriti uuringu ülesehitusest ja oodatavatest tulemustest.

Tabel 5. Jõusaali ja ergomeetri treeninggrupi harjutused intensiivsusega 40% 1 KM, 50 kordust, tempoga 17 kordust minutis .

Päev	JT harjutused	SE harjutused
Esmaspäev	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kangi rinnale võtt. 2. Jalapress treenažööril. 3. Ploki tõmme sirgete kätega. 4. Ploki tõmme käte kõverdamisega. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Maksimaalse võimsusega tõmbed. 2. Käed sirged sõudmine. 3. Althaardega sõudmine. 4. Ainult selg, käed sirged sõudmine.
Kolmapäev	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kangi rinnani tõmme. 2. Kukk kangiga, kang turjal. 3. Seljasirutajale keretõsted pingil. 4. 24 kg pommi tõmme rinnani. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tõmbe lõpus kätega sõudmine. 2. Selg – käed sõudmine, jalad sirged. 3. Käepideme tõmme üle pea sõudmine. 4. Käepideme tõmme rangluuni sõudmine.
Reede	<ol style="list-style-type: none"> 1. Istudes tõmme ülevalt alla treenažööril. 2. Ühel jalal kükid. 3. Käte kõverdamine toenglamangus. 4. Ketta kereringid. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tõmme üle pea, althaardega sõudmine. 2. Käed sirged, ülakeha sirge sõudmine. 3. Ainult kätega sõudmine, jalad sirged. 4. Tõmbed külgedele sõudmine.

SE- sõudeergomeetri treeninggrupp; JT- jõusaali treeninggrupp;



Joonis 3. Uuringu skemaatiline joonis. Test 1. - vaatlusaluste maksimaalse hapniku tarbimise (VO_{2max} , l/min) ning sellele vastava võimsuse vattides e. maksimaalne aeroobse võimsuse (Pa_{max}) määramine (Rämson jt., 2008). Test 2. ja 3. - ühtlane töö sõudeergomeetril intensiivsusega 95% Pa_{max} suutlikkuseni. Tumedad jooned märgivad vaatlusaluste puhkepäeva.

4.3 Kasvavate koormustega test sõudeergomeetril.

Uuringud viidi läbi Tartu Ülikooli kehakultuuriteaduskonna treeninguteaduste laboris. Baastestimine toimus neljale nädalapikkusele treeningperioodile eelneval nädalal. Vaatlusalused käisid laboris submaksimaalset intensiivsust määramas ühe korra. 24 testieelse tunni jooksul ei tohtinud vaatlusalused sooritada kehalist koormust ning vahetult enne testi ja treeningperioodil tarbida kohvi jm ergutavaid vahendeid. Testimisel määrati vaatlusaluste maksimaalne hapnikutarbimine ja submaksimaalne võimsus. Testi ajal kandsid uuritavad näomaski väljahingatava õhu analüüsimiseks. Välise hingamise parameetrid määrati aparaadiga METAMAX (Cortex GMBH, Leipzig, Saksamaa) ning vaatlusalune hingas läbi näomaski kogu testi ajal. Südame löögisagedust määrati Polar'i sporttestriga (Polar, Kempele, Soome). Testi käigus kogutud andmed salvestati jooksvalt edasiseks analüüsiks. Hingamisparameetrite analüüsiks kasutasime kommertsiaalset programmi Metasoft 3 (Cortex GMBH, Leipzig, Saksamaa).

Kasvavate koormustega ergomeetritestil kasutasime õhutakistusega sõudeergomeetrit Concept 2 (Morrisville, USA). Testile eelnes 10-minutiline individuaalne soojendus sõudeergomeetril. Raskusaste sõudeergomeetil Concept 2 (Morrisville, USA) oli kõigil viiendal astmel kümnest võimalikust. Pärast soojendust istusid vaatlusalused kaks minutit rahulikult enne kui alustati sõudmist algkoormusega 40 W. Iga minuti järel oli koormuse juurdekasvuks 20 W kuni suutlikkuseni (Hoffmann jt., 2007). Testi lõpetamise kriteeriumiteks oli a) platoo teke hapniku tarbimise väärtuses; b) hingamiskoeffitsiendi tõus vähemalt 1,1; c) subjektiivne väsimus – vaatlusalune ei suutnud säilitada etteantud intensiivsust. Testi käigus määrati vaatlusaluste maksimaalne hapniku tarbimine (VO_{2max} , l/min) ning sellele vastav võimsus vattides e. maksimaalne aeroobne võimsus (Pa_{max}) (Rämson jt., 2008).

Maksimaalsele hapniku tarbimisele vastav võimsus arvutati järgmise valemiga:

$$P_{max} = P1 + P2 \times T/180$$

$P1$ = koormus (W), mis eelnes koormusele, mille jooksul registreeriti vaatlusaluse maksimaalne hapniku tarbimine. Juhul kui maksimaalne hapniku tarbimine saavutati täpselt viimase koormuse lõpuks, siis võrdus Pa_{max} viimase koormuse vattidega.

$P2$ = koormuse juurdekasv (W) viimase (poolikuks jäänud) koormusastme puhul (meestel 50W ja naistel 35W) mille jooksul määrati maksimaalne hapniku tarbimine.

T = aeg (sekundites) viimasel poolikuks jäänud koormusastmel, so. aeg koormuse algusest kuni maksimaalse hapniku tarbimise saabumise hetkeni.

4.4 Submaksimaalse intensiivsusega testid

Enne ja pärast nelja nädalast treeningtsükli perioodi sooritasid vaatlusalused ühtlase töö sõudeergomeetril intensiivsusega 95% Pa_{max} kuni suutlikkuseni. 24 testieelse tunni jooksul ei tohtinud vaatlusalused sooritada olulisel määral kehalist koormamist nõudvaid tegevusi ning vahetult enne testi ei tohtinud nad tarbida kohvi jm ergutavaid aineid. Mõlemad testid toimusid hommikul kella 10.00 – 12.00 ja vaatlusalune sooritas teise testi samal kellaajal kui esimese testi.

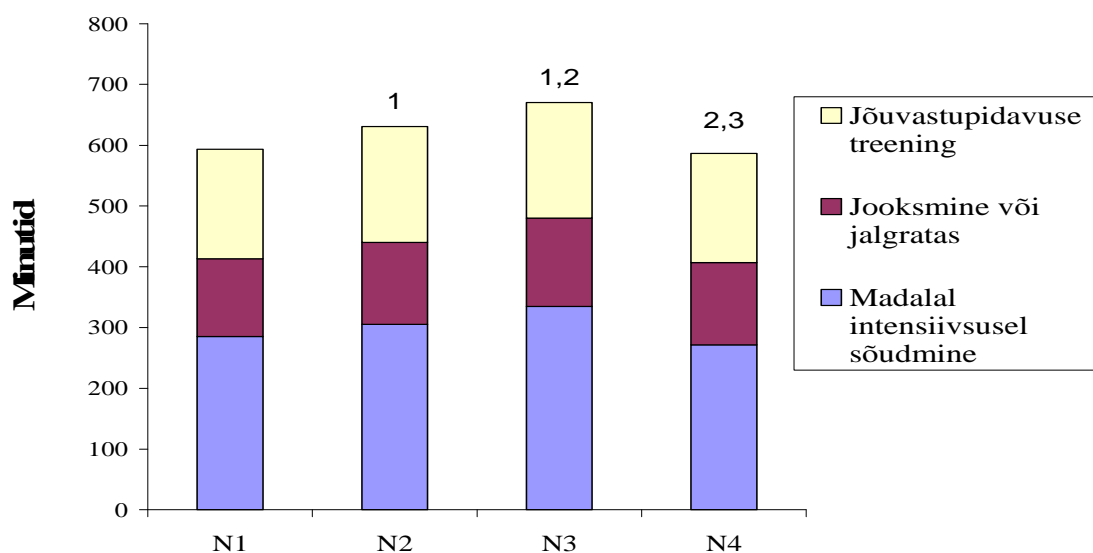
Mõlemale testile eelnes standardne soojendus, mis kestis kakskümmend minutit intensiivsusel 50% $P_{a_{max}}$. Testi objektiivsuse suurendamiseks kaeti testi käigus sõudeergomeetril kinni keskmine tõmmete arv minutis (t/m) ja jooksev aeg (sek). Seega ei teadnud vaatlusalune, kui kaua ta ajalisel testil on sooritanud. Vaatlusalust ergutati testi jooksul verbaalselt, saavutamaks maksimaalset tulemust. Testi käigus registreeriti testiks kulunud aeg, keskmine võimsus, tõmmete sagedus minutis ja läbitud distants.

4.5 Andmete statistiline analüüs

Uurimistöö andmete statistiline analüüs toimus programmi SPSS for Windows abil (versioon 10.0). Arvutati parameetrite aritmeetilised keskmised ja standardhälbed (SD). Koormustestide vahelisi erinevusi määrati Studenti t-testiga, kuna andmed olid normaaljaotuvusega. Statistilise olulisuse nivooks rakendati $p < 0,05$.

5. TÖÖ TULEMUSED

Treeningmahu muutused nädalate lõikes olid statistiliselt usutavalt erinevad ($p < 0,05$.) teisel (N2) ja kolmandal nädalal (N3) võrreldes esimese nädalaga (N1) ning neljandal nädalal (N4) võrreldes teise (N2) ja kolmanda nädalaga (N3) (Joonis 4). Neljandal nädalal (N4) langetati treeningu mahtu kuid ei toimunud statistiliselt olulisi muutusi ($p > 0,05$.) võrreldes esimese nädalaga (N1).



Joonis 4. Keskised treeningmahud nelja nädalapikkuse treeningperioodi jooksul. I. N1 – N4 tähistavad treeningnädalaid. Numbrid näitavad statistiliselt olulist erinevust vastavast nädalast ($p < 0,05$).

Kasvavate koormustega testil määratud mõlema treeninggrupi keskmised väärtused, maksimaalne aeroobne võimsus (Pa_{max}) ja väärtused anaeroobsel lävel on toodud tabelis 6. Kui võrrelda mõlema treeninggrupi sõudeergomeetri- ja jõutreeningugrupi (SE ja JT, vastavalt) Pa_{max} võimsust (W) ja maksimaalset hapinkutarbimist, siis need ei olnud üksteisest statistiliselt usutavalt erinevad. Antropomeetriliste näitajate puhul esines

statililiselt usutav erinevus pikkuses JT treeninggrupis võrreldes SE treeninggrupiga ($p < 0,05$.)

Tabel 6. Vaatlusaluste astmelise koormustesti tulemused (aritmeetiline keskmine \pm SD)

Parameetrid (ühikud)	Keskmine ($X \pm SD$)	SE	JT
Pikkus (cm)	188,3 \pm 4,92	191,1 \pm 4,7	185,5 \pm 3,4*
Kaal (kg)	84,07 \pm 5,61	82,7 \pm 6,8	85,3 \pm 4,3
VO _{2max} (l/min)	5,32 \pm 0,50	5,13 \pm 0,58	5,5 \pm 0,33
VO ₂ /kg (ml/min/kg)	62,8 \pm 6,94	62,3 \pm 8,66	63,2 \pm 5,53
P _{max} (w)	376,7 \pm 25,34	373,3 \pm 16,33	380 \pm 33,46
Pa _{max} (w)	357,6 \pm 35,32	348,7 \pm 38,18	366,5 \pm 33,2
V _E (l/min)	188,8 \pm 21,75	182,1 \pm 25,69	195,4 \pm 16,58

Pa_{max} – maksimaalne aeroobne võimsus; P_{max} – maksimaalne võimsus; VO_{2max} – maksimaalne hapnikutarbimine; VO₂/kg – maksimaalne hapnikutarbimine kilogrammi kehakaalu kohta; V_E (l/min) – minuti ventilatsioon. *- statistiliselt usutavalt erinev sõudeergomeetri treeninggrupist ($p < 0,05$.)

Mõelma grupi Pa_{max} 95% suutlikkuse testi tempod olid enne ja pärast nelja nädala pikkust jõuvastupidavustsükli sarnased nii SE treeninggrupis kui ka JT treeninggrupis ja statistiliselt olulisi muutusi sõudmise tempos ei toimunud ($p > 0,05$.) (Tabel 7).

Kuigi mõlemas treeninggrupis oli teises 95% Pa_{max} testis oluline ajalise tulemuse paranemine, ei leidnud me kahe treeninggrupi testi tulemuste vahel statistiliselt olulisi erinevusi ($p > 0,05$). Statistiliselt oluline muutus toimus teisel testil JT treeninggrupi distantsi läbimisel võrreldes esimese testiga ($p < 0,05$) ning testi soorituse aeg paranes oluliselt. SE treeninggrupis distantsi läbimisel statistiliselt olulisi muutusi võrreldes esimese testiga ei toimunud ($p > 0,05$).

Tabel 7. Sõudeergomeetri ja jõusaali treeninggrupi 95% Pa_{max} testi tulemused.

Parameeter (ühik)	SE grupp enne	SE grupp pärast
Meetrid (m)	1815 ± 627	2150 ± 698
Aeg (sek)	372,8 ± 132,3	442,3 ± 153,1
Tõmbe sagedus (t/m)	30,8 ± 1,7	29,5 ± 1,5
Keskmine võimsus (w)	332,3 ± 38,4	332,3 ± 35,8

Parameeter (ühik)	JT grupp enne	JT grupp pärast
Meetrid (m)	1752 ± 512,9	2060 ± 620,8*
Aeg (sek)	362 ± 108	416,5 ± 133,7*
Tõmbe sagedus (t/m)	30 ± 1,6	29,33 ± 1,96
Keskmine võimsus (w)	345,83 ± 31,6	346,6 ± 30,5

* statistiliselt usutav erinevus vastava väärtusega määratud enne treeningperioodi (p<0,05).

6. TÖÖ ARUTELU

Akadeemilises sõudmises, nagu kõigil teistelgi spordialadel on edu saavutamisel suur tähtsus kehaehituse iseärasustel (Jürimäe jt., 2006). Kirjanduse põhjal võib väita, et käesolevas uuringus osalenud sportlaste antropomeetrilised näitajad on kehaehituslikult suhteliselt sarnased rahvusliku tasemega sõudjatega (Bourgois jt., 2000, Mäestu jt., 2003), samas on kehaehituslikud näitajad neil mõnevõrra madalamad võrreldes eliitsõudjatega (Secher, 1993). Näiteks võib tuua, et antud uurimistöös osalenud 19 -25 aastaste sõudjate keha pikkused olid keskmiselt $188,3 \pm 4,92$ cm, mis on sarnane Mäestu jt. (2003) uuringus osalenud rahvuslikult tasemel sõudjatega ($187,9 \pm 6.1$ cm.). Bell jt (1997) leidsid sõudjate keskmiseks pikkuseks $177,9 \pm 2,9$ cm, mis on oluliselt madalam antud uuringus saadud tulemustest. Webster jt (2006) said keskmiseks kehakaaluks $81,5 \pm 7,8$ kg, mis on antud uuringu andmetega sarnane. Bell jt (1997) uuringus saadud sõudjate keskmised kehakaalud olid mõnevõrra väiksemad ($73,7 \pm 3,3$ kg).

Aeroobse energiaga varustatuse hulk, mis on ligikaudu 70 – 80% sõudjate 2000 meetrisel võistlusdistsantsil, sõltub suurel määral töö kestusest ja valitud taktikast (Ingham jt., 2008; Jürimäe jt., 1999). Sellepärast moodustavad suurima osa sõudjate aastasest treeninguprogrammist suuremahuline madalal intensiivsusel sõudmine ja jõutreeningud (Steinacker jt., 1998). Eriti oluline on siinjuures sportlasele treeningu intensiivsus, et tagada ühelt poolt piisav adaptatsioon treeninguga ja tasakaalustatud aeroobne vastupidavus, samas hoiduda ülepingutusest ja/või ületreeningust (Mäestu jt., 2005). Käesolevas uuringus planeeritud madala intensiivsusega treeningperioodil olid peamisteks ülesanneteks organismi adaptatsiooniprotsesside stimuleerimine ja ettevalmistusülesannete lahendamine (Kellmann jt., 2001; Mäestu jt., 2003; Steinacker jt., 1993). Antud madala intensiivsusega treeningprogramm planeeriti kui 4 nädalane jõuvastupidavuse tsükkel. Antud treeningperioodil olid uuritavate nädalased treeningumahud tasemelt võrreldavad teistes samalaadsetes uuringutes osalenud ülikoolide sõudjatega (Bell jt., 1989; 1993; 1997) samas jäädes siiski madalamaks koormustest, mille rakendamisel on leitud, et sportlaste kohanemine treeningu stressiga võib kujuneda negatiivseks (Mäestu jt., 2003, Rämson jt., 2008). Treeningplaani üldise ülesehituse koostamisel tuginesime varasemate uuringute tulemustele, kus on

soovitatud mitte tõsta treeningtsükli käigus oluliselt nädala treeningmahtu, kuna see võib avaldada saavutusvõimele negatiivset efekti (Jürimäe jt., 2002; Mäestu jt., 2003). Näiteks leidsid Lehmann jt (1997) oma uuringus, et harjumatu ja ootamatu tõus treeningu mahus võib esile kutsuda rohkem väsimust kui harjumatu tõus treeningu intensiivsuses. Samuti leidsid Rämson jt (2008), et treeningmahu tõstmine sõudjatel nelja nädala jooksul viis submaksimaalse töövõime languseni. Samas oli antud uuringu peamiseks eesmärgiks mitte niivõrd üleväsimuse esile kutsumine, kuivõrd just võrrelda kahe erineva tüübiga jõuvastupidavuse treeningu mõju sportlaste töövõimele. Sellest lähtuvalt koostasime uuritavatele üldettevalmistusperioodi treeningprogrammi McNeely (2005b) järgi, arvestades nende senist treeningukogemust ning aastast treeningumahtu. McNeely (2005b) andmete järgi on üliõpilassportlaste aastane treeningumaht keskmiselt 500 tundi, mis oli sarnane meie uuringu vaatlusaluste aastase treeningmahuga. Seega võime arvestuslikult tuletada, et treeningumahu jagunemisel trenivad sõudjad üldettevalmistusperioodil keskmiselt 9,60 tundi nädalas .

Meie uuringu tulemustest kõneldes võib väita, et madala intensiivsusega jõuvastupidavuse arendamiseks suunatud treening jõusaalis parandas usutavalt 95% maksimaalsest aeroobsest võimsusest ($95\% Pa_{max}$) intensiivsusel tehtavat tööd, samas kui sarnase intensiivsusega, erialaste harjutustega sõudeergomeetril, jõuvastupidavustreeningu tagajärjel $95\% Pa_{max}$ töövõime ei muutunud. Eelnevalt tehtud uuringud (Bell jt., 1993; 1997; Steinacker jt., 1998) näitasid, et madala tempoga jõusaalitreeningud võivad mõjuda hoopis vastupidiselt sõudmise töövõimele, kui spetsiifilised madala raskuse ja intensiivsusega treeningud 2000 – 2500 meetri pikkusel maksimaalse intensiivsusega sõudeergomeetri testil. Üheks erinevuseks varasemate uuringutega võrreldes on meie poolt läbiviidud testides rakendatud intensiivsuse tase. Kui Steinacker jt (1998) kasutasid oma uuringus maksimaalset koormust, siis meie viisime oma katse mõlemad testid läbi intensiivsusel $95\% VO2_{max}$. Antud uuringus kasutatav testi intensiivsus sai valitud põhjusel, et maksimaalsete koormustega testide puhul sõltuvad testi tulemused vaatlusaluste motivatsioonist maksimaalselt pingutada (McConnel ja Romer, 2004; Boutellier jt., 1992; Boutellier ja Piwko, 1992) ning seega on võimalik testi tulemustega kergemini manipuleerida. Kui eeldada, et sellise suhteliselt lühikese 4-nädalase jõuvastupidavustsükli jooksul esilekutsutavad muutused

töövõimes võivad olla küllaltki väikesed, siis on väga oluline töövõime täpne mõõtmine. Vastasel juhul, näiteks kui vaatlusalune pingutab teises testis mõnevõrra nõrgemalt kui esimeses, võib paranenud töövõime tingimustes siiski olla testi sooritus muutumatu või isegi kehvem. See aga omakorda viib ekslikele järeldustele treeningu tsükli mõjust organismile. Fikseeritud koormusega test annab aga hea võimaluse jälgida vaatlusaluste füsioloogiliste näitajate muutusi konstantsetes tingimustes, kuid negatiivseks aspektiks võib kujuneda mõnevõrra väiksem sarnasus võistlusmomendile. Samas võib kirjanduse põhjal väita, et antud uuringus kasvavate koormustega testi käigus määratud P_{max} on sobilik sportlase töövõime hindamisel ja treeningute intensiivsuse määramisel (Jürimäe jt., 2000; Weston jt., 1997), kuna on leitud selle testi väga kõrge korrelatiivne seos sõudja võistlustulemusega 2000 meetri sõudeergomeetri distantsil.

Oma töö hüpoteesina tõime välja, et spetsiifiline jõuvastupidavustreening võiks olla efektiivsem, parandamaks sõudjate sooritusvõimet 95% Pa_{max} intensiivsusega tööl, kuna töö iseloom ja lihaskontraktsioonide suund ja kiirus on enam sarnased sõudeliigutusele võrreldes mittespetsiifilise treeninguga. Osad autorid on varasemate uuringute käigus leidnud, et jõusaali treeningud ei muuda oluliselt näitajaid võimsuses ja töövõime muutumist on pigem esile kutsunud spetsiifilised vastupidavustreeningud (Bell jt., 1989; Steinacker jt., 1998). Meie läbiviidud uuringus täheldasime statistiliselt olulisi muutumisi ($p < 0,05$) distantsi pikkuse ja aja kategoorias jõusaali treeningu grupis (Tabel 5). Samas ei leidnud me statistiliselt olulisi muutusi tõmbesageduses ja keskmises võimsuses.

Spetsiifilise jõuvastupidavustreeningu grupi liikmete tulemuste mitteolulist paranemist võis põhjustada harjutusvara. Kuna meil puudus eelnev kogemus ehitada jõuvastupidavustreening üles sõudeergomeetritel tehtavatele harjutustele, sest selle kohta puudusid andmed nii kirjanduses, kui ka treenerite isiklik kogemus harjutusvara kokkupanekuks oli suhteliselt subjektiivne. Samuti võis tulemusi mõjutada vaatlusaluste suhteliselt kõrge treenituse tase ja sellest tulenevalt ei reageerinud organism treeningu koormusele sellises ulatuses, et muutused oleks olnud tuvastatavad töövõime testil. Põhjuseks võis olla ka see, et treeningumahud ei olnud individuaalselt reguleeritud ja vaatlusalused tegid ühesuguse koormusega treeningunädalaid. Samas, kui lähtuda

indiviidipõhisest analüüsist, siis treeningperioodi jooksul põhjustas treeningkava paarile vaatlusalusele liigset väsimust. Ilmselt oleks olnud huvipakkuv võrrelda mõlema treeninggrupi koormusjärgset väsimuse astet Borgi skaala abil, et hinnata vaastluusaluste koormuse piisavust subjektiivse tunnetuse seisukohast. Edaspidistes uuringutes võiks olla spetsiifilise treeninggrupi harjutusvara tempo madalam, et saavutada võrdne koormus mittespetsiifilise treeninggrupiga ja vastavaid treeninguid võiks sooritada kolme korra asemel neli korda nädalas. Bell jt (1993) leidsid, et üldjõudu saab säilitada koos aeroobsete treeningutega, kui teha treeninguid üks kuni kaks korda nädalas. Seega võiks ilmselt nädalane jõutreeningumaht olla ka natukene kõrgem, kui kasutatud kolm treeningkorda, et kutsuda esile vajalikke adaptatsioonoprotsesse. Näiteks Bell jt (1997) kestis uuring 10 nädalat ja erinevalt meie 4-nädalasest uuringust mõõtis ta pärast 10-nädalast treeningperioodi vaatlusaluste maksimaalset hapnikutarbimist, maksimaalset võimsust ja anaeroobse läve võimsust. Samas leidis Bell jt (1989) oma varasemas uuringus statistiliselt olulisi muutusi vastupidavustreeningu grupis ka viie nädalapikkuse treeningperioodi jooksul. Samas ei andnud uuringud (Bell jt., 1989, 1993, 1997) täielikku ülevaadet vaatlusaluste treeningumahutest, vaid pigem treeningperioodidest. Vastavate treeningperioodide järgi võis ainult eeldada vaatlusaluste treeningumahu suurust. Samas võib antud uuringutele tuginedes väita, et muutusi kutsusid esile neli korda nädalas sooritatud madala intensiivsusega treeningud.

Lisaks on leitud, et ettevalmistusperioodil peaksid sõudjad vähendama madalal tempol sooritataavaid jõuvastupidavuse treeninguid ja sooritama kiiremaid liigutusi, mis arendavad põhiliselt võimsust (Bell jt., 1991). Sel perioodil on vajalik enam kohaldada harjutusi, spetsialiseerudes sõudeliigutustele ja säilitada sealjuures tempo, mis sarnaneb vee peal tehtavate tõmmete sagedusele aeroobsel treeningul (Hagerman, 2000). Samas on uuringutes vastupidiselt leitud ka, et madala tempoga jõuvastupidavusharjutuste sooritamine rakendab tõmbe alguses suuremat lihasjõudu, mis tähendab tugevamat lihaskontraktsiooni (Bell jt., 1997). Lisaks võib üheks positiivseks argumendiks madala tempoga sõudmisel pidada pikemat taastumisaega enne uue tõmbetsükli alustamist, mis ei lase organismis tekkida suurematel intensiivsustel tavapäraselt moodustuvaid laguprodukte nagu laktaat ja süsihappegaas.

Kokkuvõtteks võib antud uuringu tulemuste põhjal väita, et mittespetsiifiline jõuvastupidavustreening omab võrreldes spetsiifilise jõuvastupidavustreeninguga sõudja submaksimaalsele töövõimele efektiivsemat mõju.

7. JÄRELDUSED

1. Käesolevas uuringus osalenud sõudjate antropomeetrilised näitajad olid võrreldavad rahvusvahelistes uuringutes osalenud sõudjate vastavate andmetega.
2. Käesolevas uuringus osalenud vaatlusaluste funktsionaalne võimekus oli võrreldav teiste sarnastes uuringutes osalenud vaatlusaluste funktsionaalse võimekusega.
3. Mittespetsiifiline jõuvastupidavustreening omab efektiivsemat mõju sõudja submaksimaalsele töövõimele võrreldes spetsiifilise, sõudeergomeetril sooritatud jõuvastupidavustreeninguga.

8. KASUTATUD KIRJANDUS

1. **Barrett R.S & Manning J. M.** Relationships between rigging set-up, anthropometry, physical capacity, rowing kinematics and rowing performance. *Sports Biomech* 2004;3:221-235.
2. **Bell G, Petersen S.R, Quinney A.H, Wenger H.A** The effect of velocity-specific strength training on peak torque and anaerobic rowing power. *J Sports Science* 1989;7:205-214.
3. **Bell G, Petersen S, Wessel J, Bagnall, K., and Quinney, H.** Physiological adaptations to concurrent endurance and low velocity resistance training. *Int J Sports Med* 1991b;12:384-390.
4. **Bell G, Syrotuik D.G, Attwood K and Quinney H.A.** Maintenance of Strength Gains While Performing Endurance Training in Oarswomen. *J Appl Phys* 1993;18:1:104-115.
5. **Bell G, Petersen S, Quinney A, Wenger H.** The effect of velocity-specific strength training on peak torque and anaerobic rowing power. *J Sports Sciences* 1993;7:205-214.
6. **Bell G, Attwood D, Syrotuik and Quinney, H.A.** Comparison of the physiological adaptations to high vs. low stroke rate training in rowers. *Sport Med Training and Rehab* 1997;8(2):113-122.
7. **Bell G, Gillies E.** The relationship of physical and physiological parameters to 2000 m simulated rowing performance. *Sports Med Training and Rehab* 2000;9:277-288.

8. **Beneke R.** Anaerobic threshold, individual anaerobic threshold and maximal lactate steady state in rowing. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:863-867.
9. **Bishop, D., Jenkins, D.G. and Mackinnon, L.T.** The relationship between plasma lactate parameters, W_{peak} and 1-h cycling performance in women. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:1270-1275.
10. **Boland, A.L. Hosea T.M.** Rowing and sculling in the older athlete. *Clin Sports Med* 1991;10:245-256.
11. **Bourgeois J, Claessens A.L, Vrijens J, Philippaerts R, van Renterghem B, Thomis M, Janssens M, Loos R, Lefevre J.** Anthropometric characteristics of elite male junior rowers. *Br J Sports Med* 2000;34:213-217.
12. **Boutellier U, Buchel R, Kundert A, Spengler C.** The respiratory system as an exercise limiting factor in normal trained subjects. *Eur J Appl Physiol* 1992;65:347-353.
13. **Boutieller U, Piwko P.** The respiratory system as an exercise limiting factor in normal sedentary subjects. *Eur J Appl Physiol* 1992;64:145-152.
14. **Carter J.E.L.** Body composition of athletes. In *Physical Structure of Olympic Athletes* 1982;17-116
15. **Cosgrove, M. J., Wilson, J., Watt, D. & Grant, S. F.** The relationship between selected physiological variables of rowers and rowing performance as determined by a 2000m ergometer test, *J Sports Sci* 1999;17:845-852.
16. **Deming, L., Wang, Q. & Wang, Y.** A biomechanical study of rowing techniques, *Sports Sci (Beijing)* 1992;12:1:75-79.
17. **Diprampero P. E, Ceretelli P, Cortili G, Celetano F.** Physiological aspects of rowing. *J Appl Physiol* 1971;31:853-857.

18. **Fiskerstrand A, Seiler K.** Training and performance characteristics among Norwegian international rowers 1970-2001. *Scand J Med Sci Sports* 2004;303-310.
19. **Hagerman F, Connors M, Gault J, Hagermann G, Polinski W.** Energy expenditure during simulated rowing. *J Appl Phys* 1983;45:87.
20. **Hagerman FC, Staron RS, Murray TF, Hikida RS, Grant S.** A comparison of the effects of traditional and non-traditional resistance training programs on rowing performance and muscle metabolism. *Sport Medicine Symposium, USRA Los Angeles* 1992.
21. **Hagerman F.C.** Physiology of competitive rowing (edited by William E. Garrett, Jr., Donald T. Kirkendall). *Exerc Sport Sci* 2000;843-872.
22. **Hartmann U, Mader A.** Rowing Physiology. *Rowing Faster* 2005;9-2.
23. **Ingham S, Carter H, Whyte G.P and Doust J.H.** Physiological and Performance Effects of Low- versus Mixed – Intensity Rowing Training. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40(3):579-84.
24. **Jürimäe J., Mäestu J., Jürimäe T., Pihl E.** Relationship between rowing performance and different metabolic parameters in male rowers. *Med Sport* 1999;52:119-26.
25. **Jürimäe J, Mäestu J, Jürimäe T, Pihl E.** Prediction of rowing performance on single sculls from metabolic and anthropometric variables. *J Hum Mov Sciences* 2000;38:123-136.
26. **Jürimäe J, Mäestu J, Jürimäe T.** Blood lactate response to exercise and rowing performance: Relationships in competitive rowers. *J Hum Mov Stud* 2001;41:287-300.

27. **Jürimäe J, Mäestu J, Purge P, Jürimäe T, Soot T.** Relations among heavy training stress, mood state and performance for male junior rowers. *Percept Mot Skills* 2002;95:520-6.
28. **Jürimäe J, Mäestu J, Jürimäe T.** Biological basis of rowing. In: Secher N & Volianitis S (eds) *Rowing. IOC Handbook of Sports Medicine and Science*. Blackwell Publishing, UK, 2006.
29. **Jürimäe J, Hofmann P, Jurimäe T, Palm R, Mäestu J, Purge P, Sudi K, Rom K and von Duvillard S.P.** Plasma ghrelin responses to acute sculling exercises in elite male rowers. *Eur J Appl Phys* 2007;99:467-474.
30. **Kellmann M, Altenburg D, Lormes W, Steinacker J.** Assessing stress and recovery during preparation for World Championships in rowing.– *Sport Psychol* 2001;15:151–167.
31. **Körner T.** Background and Experience With Long-Term Build-up Programmes for High Performance Rowers. *FISA-Coach* 1993;49(3):1-6.
32. **Lehmann M, Wieland H, Gastmann U.** Influence of an unaccustomed increase in training volume vs intensity on performance, hematological and blood-chemical parameters in distance runners. *J Sports Med Phys Fitness* 1997;37:110-6.
33. **Loko J.** Sporditeooria. Tartu: Tartu Ülikooli kirjastus 1996;201 – 212.
34. **Lormes W, Debatin H.J, Grünert-Fuchs M, Müller T, Steinacker J.M, Stauch M.** Anaerobic rowing ergometer tests: Test design, application and interpretation. *Advances in Ergometry* 1991;477-482.
35. **McNeely, E.** Designing your training plan. *Rowing Faster*. Champaign: Human Kinetics 2005b;99–110.

36. **McConnell A.K, Romer L.M.** Respiratory muscle training in healthy humans: resolving the controversy. *Int J Sports Med* 2004;25:284-293.
37. **Mäestu J, Jürimäe J, Jürimäe T.** Prediction of rowing performance from selected physiological variables. Differences between lightweight and open class rowers. *Med Sport* 2000;53:247-254.
38. **Mäestu, J., Jürimäe, J., & Jürimaäe, T.** Hormonal reactions during heavy training stress and following tapering in highly trained male rowers. *Horm and Metab Research* 2003;35:109 –113.
39. **Mäestu J, Jürimäe J, Jürimäe T.** Monitoring performance and training in rowing. *Int J Sports Med* 2005;35:597-617.
40. **Russell A, le Rossignol P, Sparrow W.** Prediction of elite schoolboy 2000-m rowing ergometer performance from metabolic, anthropometric and strength variables. *J Sports Sci* 1998;16:749 – 54.
41. **Rusko H.** Cross Country Skiing. *Handbook of Sports Medicine and Science.* Massachusetts: Blackwell Science 2003.
42. **Nielsen, T., Daigneault, T., Smith, M.** Intermediate Rowing Methodology. FISA, Lausanne 2002;68-76
43. **Rodriquez R, Rodriquez R, Cook S, Ssandbom PM.** Electromyographic analysis of rowing stroke biomechanics. *J sports Med Phys Fitness.* 1990;30:103-108.
44. **Roth W, Hasart E, Wolf W.** Untersuchungen zur Dynamic der energiebereitstellung während maximaler Mittelzeitausdauerbelastung. *Med Sport.* 1983;23:107-14.

45. **Rämson R, Jürimae J, Jürimae T, Mäestu J.** The influence of increased training volume on cytokines and ghrelin concentration in college level male rowers, *Eur. J. Appl. Physiol* 2008;104:839-846.
46. **Secher H, Espersen M, Binkhorst RA, Andersen PA, Rube N.** Aerobic power at the onset of maximal exercise. *Scand J Sports Sci* 1982;4:12-16.
47. **Secher N. H, Vaage O, Jensen K, Jackson, C.** Maximum aerobic power in oarsmen. *Eur J Appl Physiol* 1983;51:155-162.
48. **Secher H.** The physiology of rowing. *Sports Med* 1993;15:23-53.
49. **Smith, R. M. & Spinks, W. L.** Discriminant analysis of biomechanical differences between novice, good and elite rowers, *J Sports Sci* 1995;13:377-385
50. **Stein, T. P., Settle, R. G., Howard, K. E. & Diamond, C. E.** Protein turnover and physical fitness in man, *Bioch Med* 1983;29:2:07-213
51. **Steinacker M.** Physiological aspects of rowing. *International J Sports Med* 1993;1:3-1.
52. **Steinacker J, Both M, Whipp B.** Pulmonary mechanics and entrainment of respiration and stroke rate during rowing. *Int J of Sports Med* 1998;14:S15-S19.
53. **Shepard, R. J.** Science and medicine of rowing: a review. *J Sports Sci* 1998;16:7:603-620.
54. **Weston A, Myburgh K, Lindsay F, Dennis S, Noakes T, Hawley J.** Skeletal muscle buffering capacity and endurance performance after high intensity training by well-trained cyclists. *Eur J Appl Physiol* 1997;75:7-13.

The effect of low intensity non-specific and specific strength endurance training on submaximal rowing performance

9. SUMMARY

Information on previous studies of the effects of low intensity non-specific and specific strength endurance trainings is not known. It could be assumed that by substantial low intensity, high volume strength training it is possible to avoid affecting the fast twitch muscle fibres and concentrate the main training effect on slow twitch fibers. While according to available literature it is not possible to conclude whether such low intensity has any training effect.

The aim of this thesis was to investigate and compare the effect of low intensity (40-60 repetitions) non-specific and specific strength endurance training on rowers' submaximal rowing performance. According to the objective, the measurements included the anthropometric parameters of participating rowers, the maximal oxygen consumption and maximal aerobic power ($P_{a_{max}}$) and comparing participants' performance on constant 95 % $P_{a_{max}}$ work before and after 4-week low intensity specific or non-specific training cycle. The hypothesis about the low intensity non-specific and specific strength endurance training suggested that specific training improves performance on 95 % $P_{a_{max}}$ work more than non-specific training.

The study was conducted in Estonia with 12 male national and international level competing rowers. Two groups of 6 participants was formed: 1) specific group, executing low intensity strength endurance trainings in the gym without ergometer and; 2) non-specific group, executing low intensity strength endurance trainings with rowing ergometer. The participants were tested before and after 4-week training cycle on constant 95 % $P_{a_{max}}$ ergometer session until exhaustion. During the session their time, average power, stroke rate per minute and distance was registered.

The results indicated that non-specific strength endurance training has stronger effect on rowers' submaximal performance compared to specific strength endurance training.